



**Universidade de Aveiro**

**Ano 2010**

Secção Autónoma de Ciências  
Sociais, Jurídicas e Políticas

**João Paulo  
Dragão Gomes**

**CUSTOS DE CONSTRUÇÃO  
DE INFRA-ESTRUTURAS DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
E DE SANEAMENTO**



**João Paulo  
Dragão Gomes**

**CUSTOS DE CONSTRUÇÃO  
DE INFRA-ESTRUTURAS DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
E DE SANEAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Planeamento Regional e Urbano, realizada sob a orientação científica do Dr. Luis Manuel Guerreiro Alves Arroja, Professor Associado do Departamento de Ambiente o Ordenamento, e do Eng.º Jorge António Oliveira Afonso de Carvalho, Professor Associado Convidado da Secção Autónoma de Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas, ambos da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha esposa, filhos e pais pelo apoio e paciência que me têm consagrado.

## **o júri**

Presidente:

- Doutor José Manuel Gaspar Martins, Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro.

Vogais:

- Doutor Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja, Professor Associado da Universidade de Aveiro; (orientador);
- Jorge António Oliveira Afonso de Carvalho, Professor Associado Convidado da Universidade de Aveiro (co-orientador);
- Doutor Armando Baptista da Silva Afonso, Professor Associado Convidado da Universidade de Aveiro;

## **agradecimentos**

Gostaria de prestar um sentido agradecimento a todos aqueles que contribuíram para o desenvolvimento do presente trabalho nomeadamente os meus orientadores os Professores. Luis Arroja e Jorge Carvalho, assim como os meus colegas de trabalho diário.

**palavras-chave**

Infra-estruturas, custos, abastecimento de água e saneamento.

**resumo**

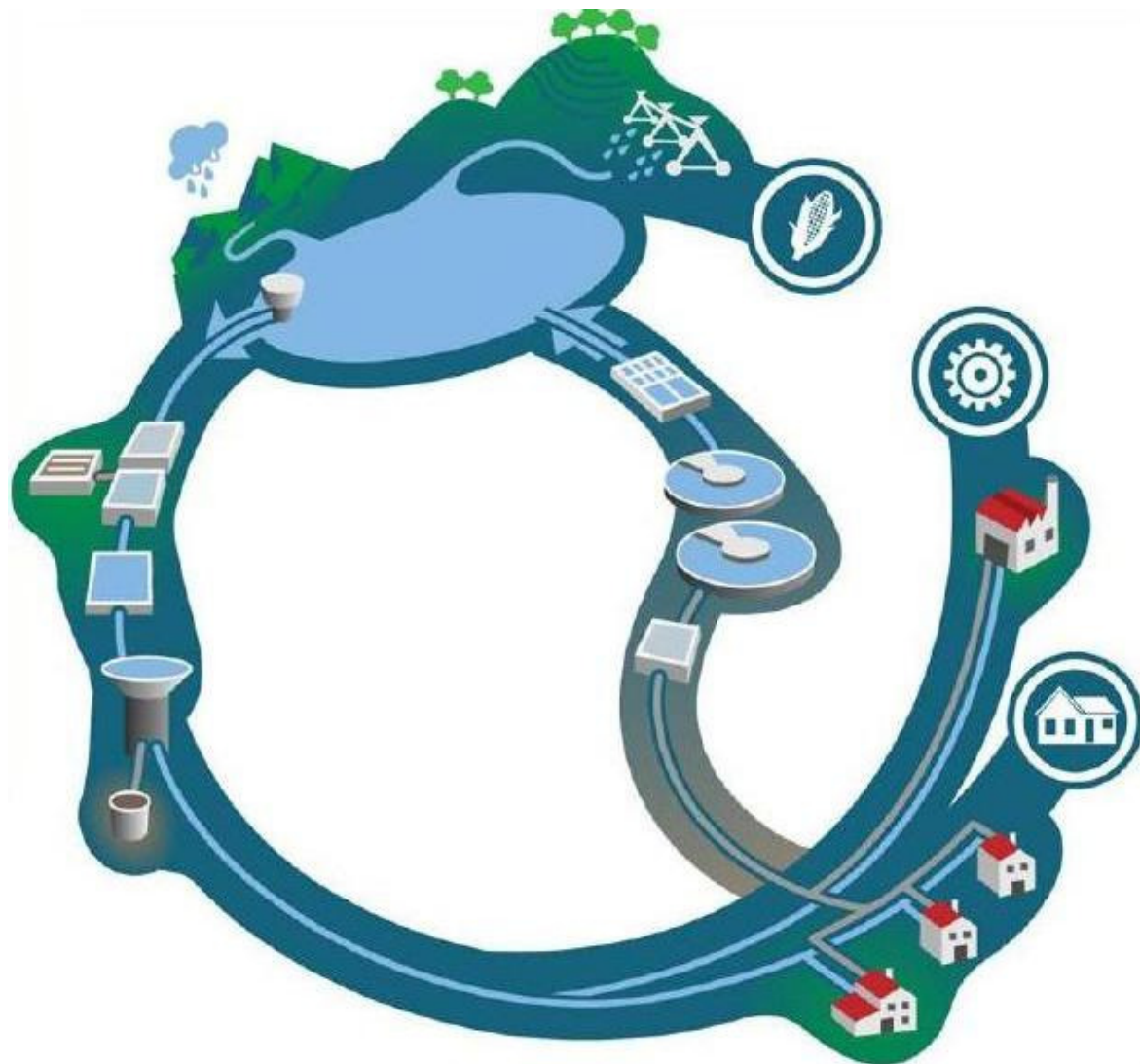
Com o presente trabalho, pretende-se fazer uma sistematização dos custos unitários associados à construção de infra-estruturas de abastecimento de água e saneamento, para que em sede de programação urbanística se possam definir metas e estratégias de desenvolvimento urbano, de acordo com as políticas que se pretendam ver instituídas.

**keywords**

Infrastructure, costs, water supply and sanitation.

**abstract**

The present work aims to make a systematic unit costs associated with building infrastructure for water supply and sanitation, so that in place of urban planning can be defined strategic goals and urban development, according to the policies that wish to see imposed



**Quadro I – Esquema integrado de um sistema de abastecimento de água e de saneamento**



## ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO .....	11
2.	REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS .....	14
2.1	SOLUÇÕES TÉCNICAS – TIPO ADMISSÍVEIS .....	14
2.1.1	ANÁLISE CRÍTICA DAS SOLUÇÕES.....	25
2.2	CRITÉRIOS GERAIS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO.....	27
2.2.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	27
2.2.2	CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS .....	28
2.2.2.1	COLECTORES GRAVÍTICOS.....	28
2.2.2.2	CONDUTAS ELEVATÓRIAS .....	29
2.2.2.3	ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS.....	29
2.2.2.4	ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS .....	30
2.3	PREÇOS UNITÁRIOS PARA ESTIMATIVA DE CUSTOS .....	30
2.3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	30
2.3.2	CUSTOS UNITÁRIOS PARA SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS .....	30
2.3.2.1	REDES DE DRENAGEM E COLECTORES GRAVÍTICOS.....	30
2.3.2.2	CONDUTAS ELEVATÓRIAS.....	36
2.3.2.3	ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS.....	40
2.3.2.3.1	CUSTOS DE INVESTIMENTO.....	40
2.3.2.3.2	ENCARGOS COM ENERGIA.....	41
2.3.2.4	ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS (ETAR) .....	43
2.3.2.5	OUTROS CUSTOS .....	48
2.3.2.6	DEFINIÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS LOCAIS EM REDES DE SANEAMENTO .....	49
2.3.2.7	DEFINIÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS GERAIS EM REDES DE SANEAMENTO .....	49
3.	REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	50
3.1	CONSIDERAÇÕES .....	50

3.2	CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E PRE-DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	50
3.2.1	CONDUTAS ADUTORAS.....	50
3.2.2	RESERVATÓRIOS .....	51
3.2.3	ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS .....	54
3.2.4	REDES DE DISTRIBUIÇÃO .....	54
3.3	CUSTOS UNITÁRIOS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	59
3.3.1	CONDUTAS ADUTORAS.....	59
3.3.2	CONDUTAS E REDES DE DISTRIBUIÇÃO.....	61
3.3.3	RESERVATÓRIOS .....	63
3.3.4	ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS .....	65
3.3.4.1	CUSTO DE INVESTIMENTO .....	65
3.3.4.2	ENCARGOS COM ENERGIA.....	66
3.3.5	CUSTOS RELATIVOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	69
3.3.6	OUTROS CUSTOS EM REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	70
3.3.7	DEFINIÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS LOCAIS EM REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	71
3.3.8	DEFINIÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS GERAIS EM REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	71

## I. INTRODUÇÃO

O planeta Terra é formado por grandes massas de água (oceanos e mares), que ocupam três quartos da área total do planeta, sendo que, 97,3% de água é salgada, inadequada ao consumo, e apenas 2,7% é água doce, da qual apenas 0,3% se encontra disponível para consumo. (ONU, 2003).

É um dado adquirido que a água é responsável pela origem de tudo que temos em nosso planeta, tendo sido o meio que propiciou a existência de todos os seres vivos. O seu mau uso, a má distribuição, o acelerado crescimento populacional, a falta de saneamento básico, a industrialização, acarretam problemas graves, pois os recursos hídricos estão a ser progressivamente degradados ou até mesmo extintos.

A água é um recurso natural, renovável, escasso e imprescindível à vida humana, cuja disponibilidade, quer em quantidade, quer em qualidade, imperiosamente necessita da aplicação de elevados investimentos em infra-estruturas, quer para satisfazer a procura de água no espaço e no tempo, quer para manter o meio hídrico em adequadas condições de equilíbrio ambiental.

O aumento de consumo generalizado, a crescente urbanização e a degradação da qualidade das origens de água, têm provocado a ocorrência de situações de escassez e inevitavelmente uma progressiva valorização económica do “Recurso Água”. Esta situação, determinou a necessidade de integrar as utilizações e os usos de água no contexto de um Mercado da Água, pois a utilização da água e a sua disponibilização têm-se mostrado susceptíveis de gerar receitas suficientes para suportar a maioria dos custos, com destaque para os custos dos serviços e, dentro destes, para os custos de exploração, manutenção e gestão. O “negócio” do saneamento é economicamente menos apetecível, dado que normalmente, as receitas não são suficientes para cobrir os investimentos efectuados. Esta diferença entre a capacidade de recuperação dos custos de investimento da água e do saneamento pode ser observado no quadro seguinte.

	Nível de recuperação de custos		
	Abastecimento de água (%)	Drenagem e tratamento de águas residuais (%)	Abastecimento de água e Drenagem e tratamento de águas residuais (%)
<b>Continente</b>	<b>89</b>	<b>46</b>	<b>74</b>
Minho e Lima (RH1)	57	22	42
Cávado, Ave e Leça (RH2)	101	56	84
Douro (RH3)	83	51	70
Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH4)	90	37	65
Tejo (RH5)	95	48	81
Sado e Mira (RH6)	92	61	79
Guadiana (RH7)	82	43	71
Ribeiras do Algarve (RH8)	60	42	54

**Quadro 2 - Nível de recuperação de custos no Continente e nas respectivas Regiões Hidrográficas. (in Relatório INSSAR 2006)**

De acordo com a legislação vigente, as actividades sujeitas a regulação pelo IRAR (*Instituto Regulador de Águas e Resíduos; (com a publicação do Decreto Lei n.º 277 de 2009 de 02 de Outubro, nos termos da Lei Orgânica do MAOTDR, foi decidida a manutenção e reestruturação do Instituto Regulador de Águas e Resíduos, I. P. (IRAR, I. P.), redominado Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, I. P. (ERSAR, I. P.)*), correspondem às três componentes do designado “saneamento básico”, que compreende o abastecimento público de água às populações, o saneamento das águas residuais urbanas e a recolha, a valorização, o tratamento e a deposição final dos resíduos sólidos urbanos. Estes serviços, devem reger-se por princípios de universalidade no acesso, de continuidade e qualidade de serviço, e de eficiência e equidade dos preços.

Nos casos do abastecimento público de água às populações e do saneamento das águas residuais urbanas, tratam-se especialmente de monopólios naturais de cariz local, regional ou até supra-regional. Estes monopólios naturais surgem quando a estrutura de custos se caracteriza por uma descida dos custos marginais e médios de produção, à medida que a dimensão do sistema produtivo aumenta, devido à necessidade da existência de economias de escala.

Nestas actividades os activos são de valor muito elevado, constituindo um sector de capital intensivo, podendo mesmo ser classificado como um dos mais intensivos de entre os serviços públicos. São em geral activos de longa duração, construídos para períodos de vida de várias décadas (normalmente entre 30 a 50 anos), concebidos para situações de ponta (sobredimensionados), originando portanto capacidade ociosa que não é utilizada durante boa parte do tempo, correspondente ao tempo de vida do projecto.

As infra-estruturas apresentam elevada imobilização, por serem dedicadas a um objectivo específico e, conseqüentemente, são de difícil venda ou transferência, pelo que os respectivos investimentos se podem considerar como quase irrecuperáveis. Por último, apresentam ainda uma elevada relação entre o valor dos activos e as receitas, para além de uma baixa elasticidade procura-preço, por se tratar de serviços estruturais de primeira necessidade.

A fixação de bases de dimensionamento adequadas, em projectos de abastecimento de água e saneamento de águas residuais, é essencial para se atingirem os objectivos ambientais e de qualidade definidos nas normativas ambientais, assegurando-se igualmente a viabilidade da exploração das infra-estruturas construídas, sem pôr em causa o indispensável rigor nos respectivos investimentos.

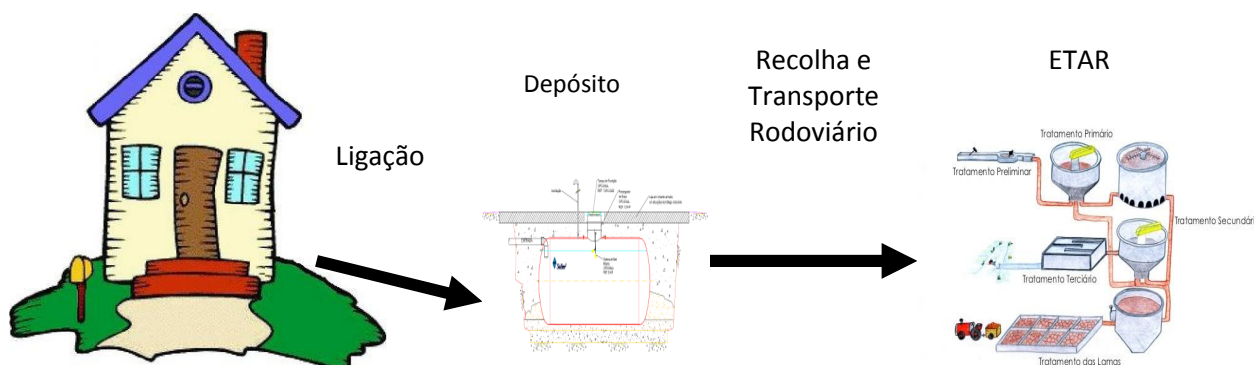
Verifica-se, contudo, que a informação disponível é, frequentemente, escassa e pouco precisa, recorrendo-se, na dúvida, a soluções excessivas em termos de capacidade das infra-estruturas projectadas, com claro prejuízo da racionalidade dos investimentos.

Com a presente tese, pretende-se fazer uma sistematização dos principais custos unitários associados à construção de infra-estruturas de abastecimento de água e saneamento para que, em sede de programação urbanística, se possam definir metas e estratégias de desenvolvimento urbano, de acordo com as políticas que se pretendam ver instituídas e que não ponham em causa os escassos recursos económicos disponíveis.

## 2. REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS

### 2.1 SOLUÇÕES TÉCNICAS – TIPO ADMISSÍVEIS

#### Solução A – Fossa séptica estanque individual



A utilização de tanques estanques quando não há saneamento, é uma solução técnica alternativa para a recolha de águas residuais domésticas. Estas deveriam ser obrigatórias nas moradias, devido a serem fundamentais no combate à doenças, endemias (como a cólera, por exemplo) e contaminação da água, pois evitam o lançamento dos dejectos humanos directamente em rios, lagos ou mesmo na superfície do solo. O seu uso é essencial para a melhoria das condições de higiene das populações rurais que, devido ao seu isolamento, características geomorfológicas e ambientais dos terrenos circundantes, dimensão e dispersão do seu parque habitacional, não justifica economicamente a implantação de outros sistemas alternativos de recolha, transporte e tratamento de efluentes.

Esta infra-estrutura poderá ser construída em betão armado ou em PEAD.

Este processo baseia-se num tanque enterrado, que recebe as águas residuais (dejectos e águas limpas), retendo-as até que sejam transportados para outras infra-estruturas construídas, onde irá proceder-se ao seu tratamento.

Estas infra-estruturas não devem ficar muito perto das moradias (para evitar maus cheiros) nem muito longe (para evitar a instalação de condutas muito longas, que são mais

caras e exigem fossas mais profundas, devido à inclinação necessária ao escoamento do efluente). A distância mínima recomendada é de 6m. De igual modo devido aos odores, devem ser construídas próximas das instalações sanitárias, para evitar curvas nas canalizações que causem a perda de eficiência no transporte e potenciem entupimentos.

A existência nas proximidades de uma infra-estrutura complementar de tratamento dimensionada para receber o efluente recolhido e transportado, é essencial para a viabilização deste tipo de equipamento.

O tamanho da fossa séptica depende do número de pessoas a servir, sendo dimensionada em função de um consumo médio diário de 200 litros de água por pessoa. A sua capacidade, entretanto, nunca deve ser inferior a 2 000 litros, o que implicaria, por exemplo, que a recolha do efluente acumulado para servir uma pessoa deveria realizar-se de 10 em 10 dias.

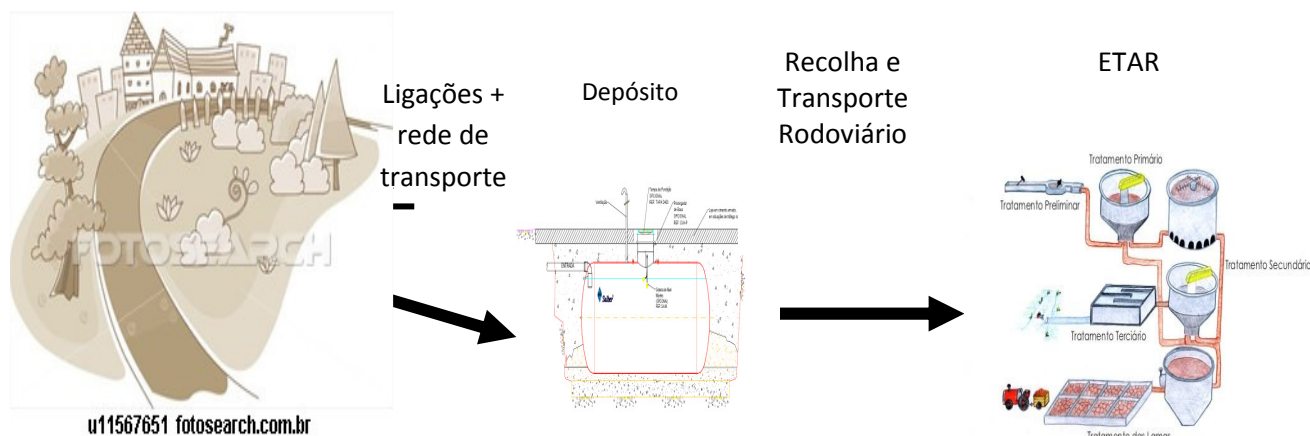
A eficiência do tratamento deste efluente depende no nível de tratamento da ETAR para onde o efluente é transportado.

Para além dos custos de aquisição (aprox. 800,00 € - PEAD – 2 000 litros), devem também ser considerados, face à sua relevância em termos de custos globais da infra-estrutura, os custos de esvaziamento e transporte do efluente acumulado (SMAS – Aveiro 2008 – 25,00 € / cada vazamento de fossa doméstica).

As fossas sépticas podem ser de dois tipos:

- Pré-fabricadas (Betão ou PEAD);
- Construídas no local.

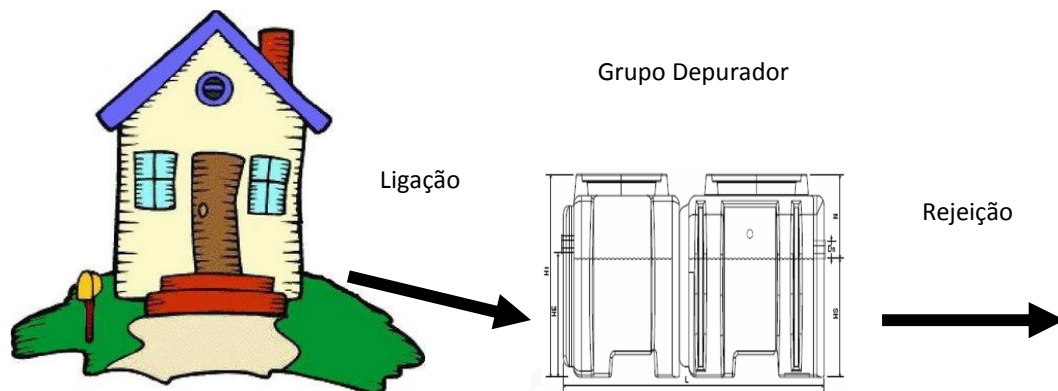
## Solução B – Fossa séptica estanque colectivo



Esta solução é semelhante à A, variando somente o nº de pessoas e habitações servidas, assim como a existência de uma rede comum de recolha e transporte do efluente.

Face à dimensão da população a servir, a escolha da localização do tanque de recolha dos efluentes, deverá carecer de alguns cuidados, mormente devido à possível emissão de odores para a envolvente.

## Solução C – Filtro Anaeróbio Individual



Esta solução contém uma parte do equipamento com um enchimento biológico, que vai permitir a agregação de bactérias de tipo anaeróbio, as quais vão permitir o tratamento do efluente “in situ”.

As águas assim tratadas não são passíveis de aproveitamento, sendo rejeitadas normalmente no solo através de Poços Absorventes ou Trincheiras Infiltrantes.

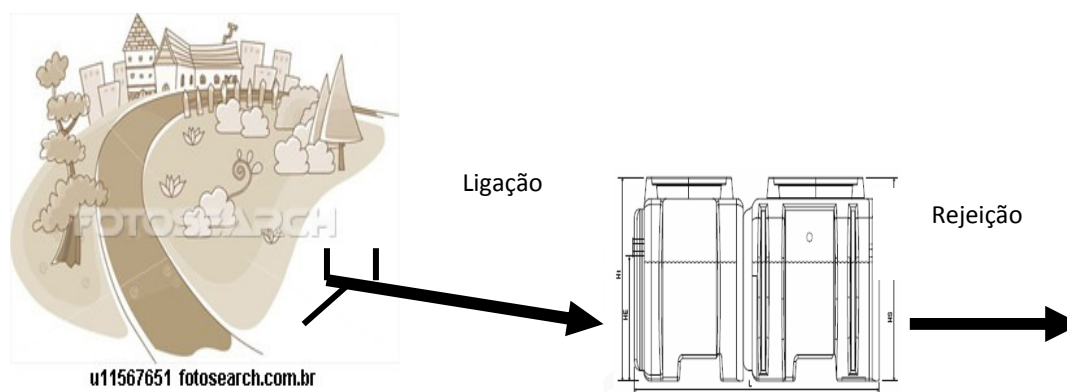


O depósito exterior normalmente é fabricado em PEAD (Polietileno de Alta Densidade) de elevada resistência mecânica e insensibilidade à corrosão, sendo estanque. Quando dotados com a ventilação adequada, estes equipamentos são denominados de Filtro Biológico, permitindo a ausência de odores desagradáveis e, como o equipamento é enterrado, o seu impacto visual pode ser considerado nulo.

O sistema de depuração é constituído por um digestor anaeróbio, leito bacteriano, em depósito compacto, que permite uma eficiência entre 75 e 85 % na redução de CBO 5 (Carência Bioquímica de Oxigénio). Tem também como vantagem, não necessitar de consumir energia.

Este sistema de tratamento com a capacidade de 3 000 litros (1 a 4 hab.equiv.), pode ser adquirido e instalado por aproximadamente 1 500,00 €.

### **Solução D – Filtro Anaeróbio Colectivo**

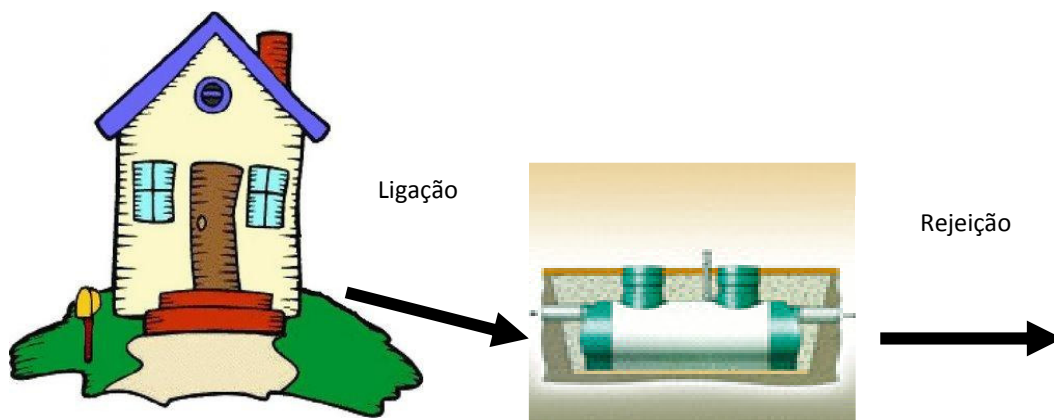


Esta solução é semelhante à C, variando somente o nº de pessoas e habitações servidas, assim como a existência de uma rede comum de recolha e transporte do efluente. Existem soluções destas que podem servir até cerca de 1 000 hab.equiv.

Face à dimensão da população a servir, a escolha da localização do tanque de recolha dos efluentes deverá ser feita com alguns cuidados, mormente devido à possível emissão de odores para a envolvente.

Em termos de custos, um sistema destes com a capacidade de servir 20 hab.equiv. (15 000 litros), pode custar aproximadamente 6 000,00 €.

### **Solução E – ETAR Compacta Individual**



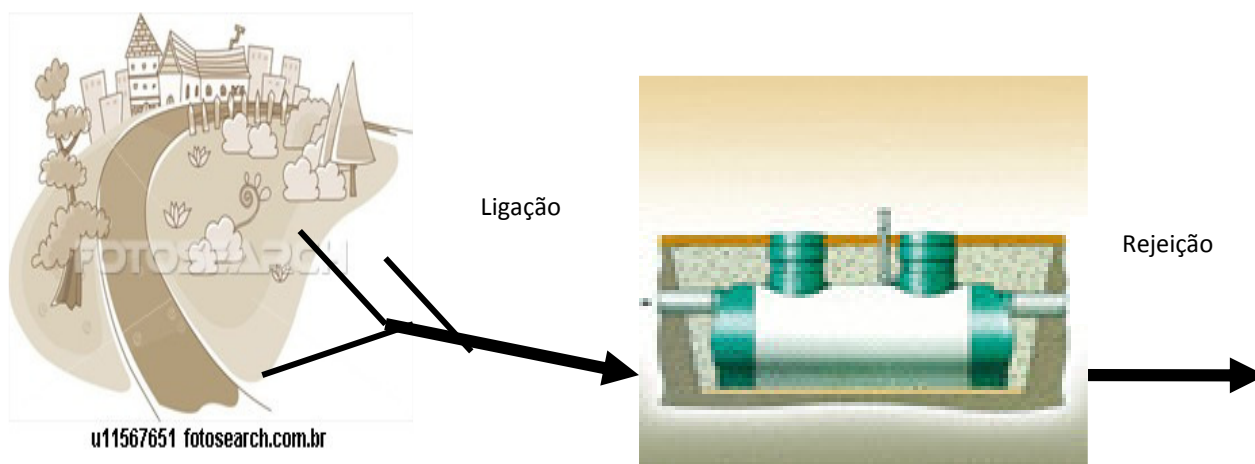
Este tipo de equipamento permite um tratamento de cerca de 90%. As águas que saem deste tipo de ETAR, podem ser aproveitadas para rega de árvores, flores ou produtos hortícolas que sejam consumidos após prévia cozedura.

Caso não se pretenda o reaproveitamento das águas, podemos encaminhá-las para linhas de água.

Este sistema, é mais flexível e robusto que as mini-ETARs convencionais, do tipo contínuo. Com efeito, não é necessário construir o decantador secundário nem o sistema de recirculação de biomassa, com a decorrente poupança económica. Por outro lado, este tipo de operação é facilmente automatizável, aumentando a flexibilidade de exploração.

Em termos de custos, um sistema destes com a capacidade de servir 4 hab.equiv. (1 500 litros), pode custar aproximadamente 2 500,00 €.

## Solução F – ETAR Compacta Colectiva



O sistema referido na solução E, pode ser projectado para servir comunidades urbanas entre 25 e 2000 habitantes equivalentes. Esta dimensão abrange também estabelecimentos residenciais de grande dimensão (e.g.: hotéis, parques de campismo). Evidentemente, o tratamento de efluentes industriais, sempre que apresentem características adequadas de biodegradabilidade, também pode ser efectuado por este sistema, de forma a homogeneizar (se necessário) o efluente antes de ser conduzido para redes de recolha / tratamento públicas.

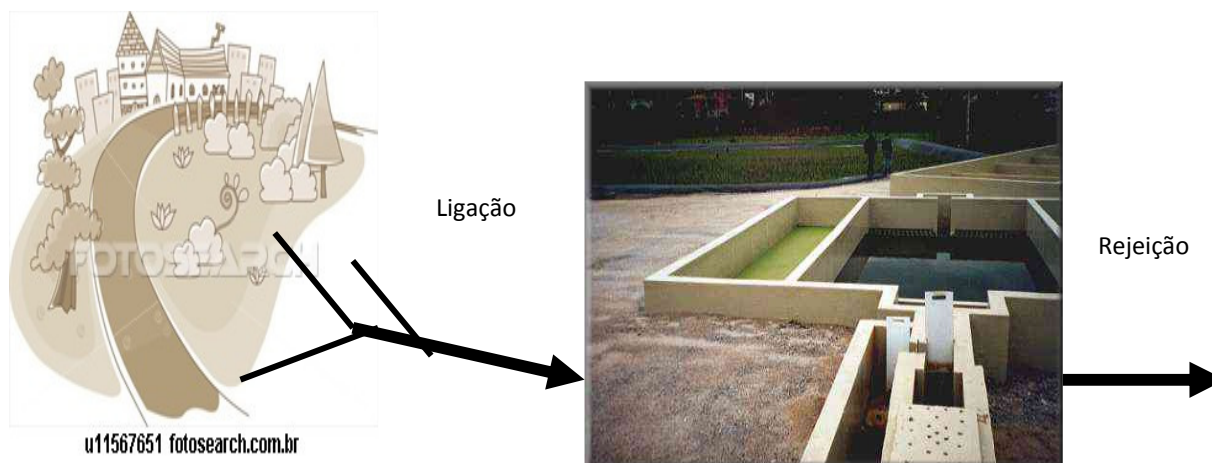
Em termos gerais, este tratamento de efluentes envolve os seguintes fases:

1. Gradagem: constituído por um tamisador mecânico ou grade manual.
2. Recepção do efluente e arejamento: constituído por um tanque em PEAD (ou PRFV) e um sistema de arejamento (electrobomba submersível com sistema de Venturi).
3. Decantação: é feita no mesmo tanque onde se faz o arejamento.
4. Descarga: Constituída por um sistema de descarga de efluente tratado inovador (SDF; Sistema de Descarga Flutuante), por bombagem ou, dependendo das condições topográficas locais, através da abertura de uma válvula motorizada automática.

A utilização destes sistemas apresenta as seguintes vantagens: Flexibilidade hidráulica e orgânica; Facilidade de operação e manutenção; Custos de exploração mínimos; Espaço para implantação reduzido.

Para servir uma população aproximadamente de 100 habitantes, estima-se que o custo de uma ETAR compacta seja de sensivelmente 50 000 €.

### **Solução G – ETAR de Macrófitas emergentes**



A tecnologia de depuração de águas residuais em leitos de macrófitas consiste num ou mais leitos com meio filtrante constituído por solo, areia ou gravilha, no qual são plantadas espécies vegetais, e onde ocorrem vários processos tais como sedimentação, filtração, precipitação e absorção na matriz do meio filtrante, bem como fenómenos biológicos tais como degradação microbiológica e assimilação pelas plantas.

As plantas têm ainda a função adicional de protecção térmica no interior do leito, uma vez que o rendimento de depuração global está directamente relacionado com a temperatura, dado que o metabolismo dos microrganismos decresce com a diminuição da temperatura.

O sistema é concebido e operado para que a superfície do líquido esteja abaixo da superfície do leito filtrante, configuração designada por leitos de macrófitas de fluxo sub-superficial.

A configuração para este tipo de sistema de depuração deverá adoptar, pelo menos, dois leitos por instalação, a funcionar em paralelo. Contudo, considera-se que poderá ser vantajoso, em certas circunstâncias, que o sistema possa funcionar em série, situação que será conseguida através da operação dos sistemas de comportas associadas ao sistema de

recirculação do efluente de uma lagoa para a outra. Essa recirculação apresenta ainda a vantagem de promover a diluição do afluente aos leitos, mantendo o tempo de permanência da água residual dos leitos, sendo concretizada por meio de uma estação elevatória convencional.

Desta forma, a água residual depois de sofrer um tratamento primário, e a água tratada recirculada afluirão à lagoa numa das extremidades, criando-se um fluxo horizontal que percorre a lagoa no sentido longitudinal, sendo descarregada na extremidade oposta, por recolha em drenos instalados no fundo do leito, perpendicularmente ao escoamento.

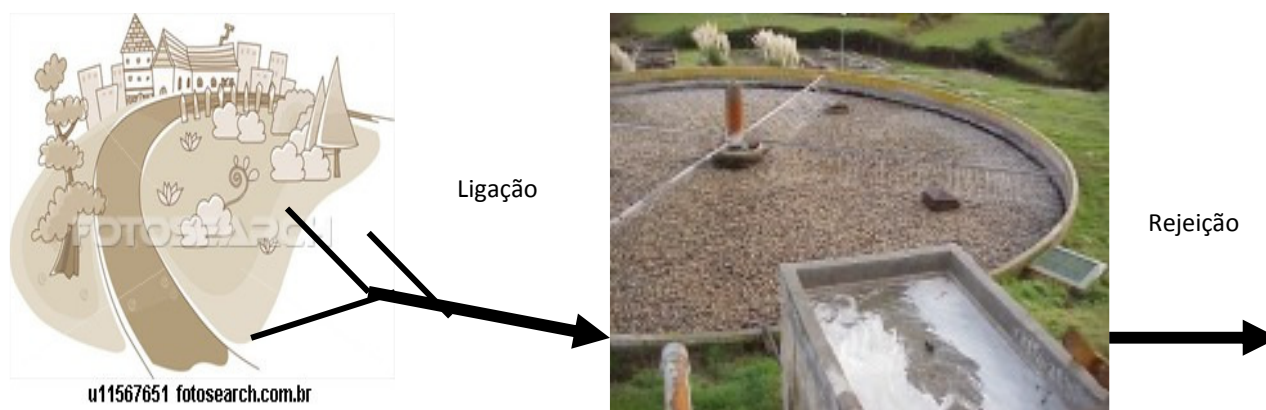
Os leitos irão dispor de um sistema para controlo e regulação do nível do líquido no leito, possibilitando a regulação do gradiente hidráulico ao longo do tempo, como medida de minimização dos efeitos decorrentes da progressiva colmatação do leito filtrante. No entanto, a regulação terá que ser efectuada com particular cuidado, uma vez que a redução do nível do líquido no leito, traduz-se na diminuição do tempo de retenção, o que poderá influenciar negativamente o desempenho da lagoa, ao nível da remoção de matéria orgânica.

O sistema de regulação do caudal de cada leito, será efectuado por meio de uma comporta descarregadora de accionamento mecânico, a instalar na caixa de recepção de efluente tratado. Este dispositivo permitirá efectuar uma regulação de altura de efluente no leito, na ordem de 0,40 m.

Na mesma caixa de betão onde será instalada a comporta descarregadora, será instalada ainda uma válvula para descarga de fundo, que permitirá o esvaziamento completo do leito de macrófitas, bem como, caso necessário, proporcionar o arejamento do leito.

Em termos de custos associados a esta solução para uma população a servir que pode variar entre menos de 250 a 2 000 hab.equiv., pode considerar-se que varie entre aproximadamente 130 000 € e 550 000 € (Tratamento secundário). Caso o nível de tratamento que se pretenda seja o terciário (com desinfecção), os custos associados a este tipo de solução podem variar entre os 330 000 € e 1 225 000 €.

## Solução H – ETAR com Leitos Percoladores



O princípio de funcionamento dos leitos percoladores consiste na passagem da água residual, previamente decantada por um meio de enchimento poroso, que serve de suporte à biomassa.

O arejamento da biomassa microbiana processa-se através de ventilação natural, disponibilizando o oxigénio necessário às bactérias aeróbias assimiladoras da matéria orgânica presente nas águas residuais.

A ventilação natural depende da diferença de temperaturas entre o ar ambiente e o meio de enchimento, originando um fluxo de ar ascendente ou descendente conforme a temperatura do ar ambiente é superior ou inferior à temperatura do meio de enchimento do leito percolador.

Segundo alguns autores, quando a temperatura do ar ambiente é cerca de 6°C superior à da água residual, produz-se uma corrente de ar ascendente com uma velocidade da ordem de 18 m/h, valor que baixa para cerca de 9 m/h se as temperaturas forem idênticas. Segundo aqueles autores, não se verifica qualquer corrente de ar para diferenças de temperatura na ordem de 2°C. Nestas condições, o desempenho deste tipo de sistema de tratamento fica, naturalmente, comprometido.

O meio poroso adoptado para os leitos percoladores, consiste em pedra britada, de preferência granítica ou calcário rijo.

O meio é dividido em três camadas distintas, com as seguintes características:

- camada inferior, constituída por brita com um diâmetro compreendido entre 10 a 15 cm e ocupando uma altura de 0,25 m;
- camada média, constituída por brita com um diâmetro de aproximadamente 6 cm e ocupando uma altura de 2,0 m;
- camada superior, constituída por brita com um diâmetro compreendido entre 10 a 15 cm e ocupando uma altura de 0,25 m.

O meio de enchimento pousa num fundo falso constituído por lajetas pré-fabricadas assentes em pequenos muretes paralelos, formando caleiras paralelas inclinadas para uma caleira central que liga a uma câmara de reunião a jusante e dispõe de uma câmara de inspecção a montante.

A distribuição de água residual pela superfície do leito percolador é assegurada por um distribuidor rotativo, que terá de ser concebido para garantir que essa distribuição se faça o mais uniformemente possível.

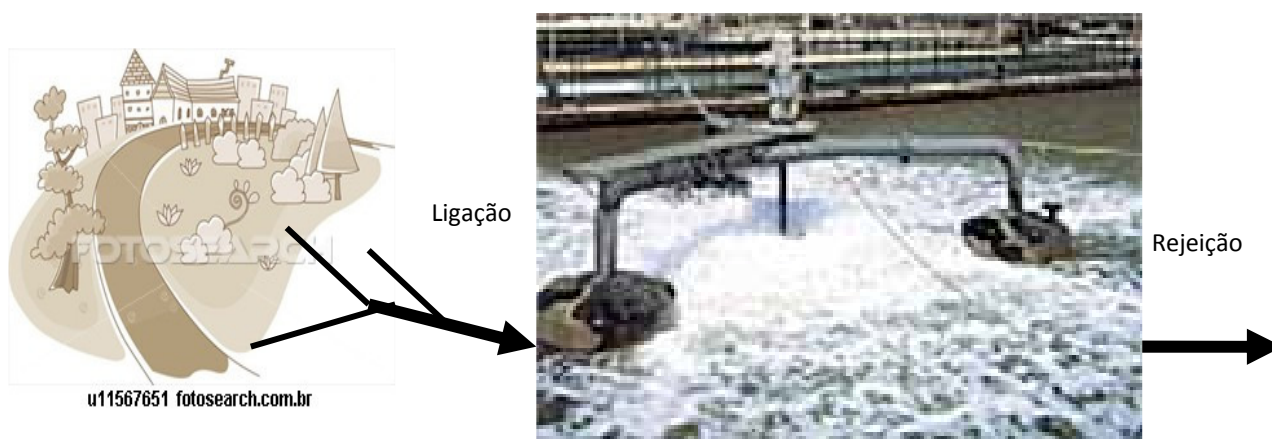
As águas residuais percolam ao longo do meio de enchimento, promovendo o crescimento de um filme biológico que assegura a eficiência do tratamento.

As águas residuais tratadas são recolhidas pelo sistema de caleiras que constitui o fundo falso do percolador, sendo encaminhadas para uma câmara de reunião a partir da qual, seguem para o decantador secundário.

Os percoladores de alta carga, estão sempre associados a um sistema de recirculação do efluente. Para o caso em apreço poderá ser utilizada uma concepção, em que, a estação elevatória de recirculação possui duas funções, a recirculação do efluente ao Leito Percolador e a extracção de lamas secundárias para digestão no Tanque Imhoff (EERM). Esta estação elevatória será instalada junto ao decantador secundário.

Em termos de custos associados a esta solução para uma população a servir que varie entre cerca de 250 a 2.000 hab.equiv. pode considerar-se que varie entre aproximadamente 155 000 € e 385 000 € (Tratamento secundário). Caso o nível de tratamento que se pretenda seja o terciário (com desinfecção), os custos associados a este tipo de solução podem variar entre os 305 000 € e 990 000 €.

## Solução I – ETAR de Lamas Activadas



O sistema de lamas activadas é semelhante ao anterior. O efluente do tratamento preliminar é encaminhado para o decantador primário, seguindo para o tanque de arejamento, geralmente com recirculação permanente. O efluente é então, conduzido para o decantador secundário e a partir daí, é descarregado no meio receptor (Ex: linha de água).

O processo de injeção de ar ou oxigénio puro tem como objectivo fornecer o oxigénio suficiente para os microrganismos degradarem os compostos orgânicos, e é conhecido como arejamento. A adição de oxigénio é também importante como meio de remoção de alguns poluentes como ferro, manganês e dióxido de carbono, assim como na oxidação química, eliminando compostos orgânicos que resistem aos processos biológicos. Serve também como meio de repor os níveis de oxigénio na água residual antes de rejeitá-la para o meio receptor.

Em termos de custos associados a esta solução para uma população a servir que pode variar entre menos de 250 a 2 000 hab.equiv. pode considerar-se que varie entre aproximadamente 135 000 € e 360 000 € (Tratamento secundário). Caso o nível de tratamento que se pretenda seja o terciário (com desinfecção), os custos associados a este tipo de solução podem variar entre os 304 000 € e 1 050 000 €.



### 2.1.1 ANÁLISE CRÍTICA DAS SOLUÇÕES

Face às soluções apresentadas, aos custos a elas associados e ao nível do tratamento instalado, poderemos sugerir que as soluções a implantar para diferentes aglomerados populacionais tendo em conta a sua dimensão (hab.equiv.) poderão ser as seguintes:

- De 1 a 5 hab.equiv. – ETAR Compactas individuais;
- De 5 a 500 hab.equiv. – ETAR Compactas Colectivas;
- Mais que 500 hab.equiv. – ETAR Lamas activadas.

**Quadro 3 - Soluções Técnicas Admissíveis - Resumo**

Tipo de Solução	Ramal de Ligação		Rede Privada		Rede Local		Rede Geral		Transporte Motorizado		Tratamento e Rejeição		Capacidade Hdb/Equiv.
	Investimento Inicial	Manutenção Gestão	Investimento Inicial	Manutenção Gestão	Investimento Inicial	Manutenção Gestão	Investimento Inicial	Manutenção Gestão	Investimento Inicial	Manutenção Gestão	Investimento Inicial	Manutenção Gestão	
Fossa Séptica Estanque	—	—	X	X	—	—	—	—	X	X	X	X	1 a 5
Filtro Anaeróbio Individual	X	X	X	X	—	—	—	—	X	X	X	X	
ETAR Compacta Individual	X	X	X	X	—	—	—	—	X	X	X	X	
Fossa Séptica Estanque Colectiva	X	X	—	—	X	X	—	—	X	X	X	X	5 a 25
Rede Local com Filtro Anaeróbio Colectivo	X	X	—	—	X	X	—	—	X	X	X	X	5 a 500
Rede local com ETAR de Macrófitas emergentes	X	X	—	—	X	X	—	—	X	X	X	X	20 a 2000
Rede Local com ETAR Compacta Colectiva	X	X	—	—	X	X	—	—	X	X	X	X	>250
Emissário/ Interceptor com ETAR com Leitos Pecuadores	X	X	—	—	X	X	X	X	X	X	X	X	
Emissário/ Interceptor com ETAR de Lamas Activadas	X	X	—	—	X	X	X	X	X	X	X	X	

## 2.2 CRITÉRIOS GERAIS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

### 2.2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os valores para dimensionamento a considerar para as diversas infra-estruturas é efectuado com base na estimativa populacional e nos caudais determinados (capitações). Os critérios gerais de concepção e dimensionamento, para a drenagem e tratamento de águas residuais, são os constantes no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto), e dos normativos e demais legislação aplicável.

Consideram-se ainda aplicáveis, as seguintes normas portuguesas:

- NP 818: (1970) Sistemas de Esgotos de Aglomerados Populacionais – Anteprojectos.
- NP 819: (1970) Sistemas de Esgotos de Aglomerados Populacionais – Projectos.

Deverão também analisar-se a aplicabilidade do regime previsto no Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio referente ao Regime Jurídico da Avaliação do Impacte Ambiental, (com as alterações introduzidas pelos Decretos-Lei n.ºs 74/2001 de 26 de Fevereiro, e 69/2003, de 10 de Abril), pelo Decreto-Lei n.º 197/2005 de 8 de Novembro e pela Lei 12/2004 de 30 de Março, tomando as medidas de projecto e administrativas que nesse âmbito se mostrem necessárias.

Em termos de objectivos de qualidade, o quadro normativo aplicável nas descargas de efluentes e aos meios receptores, é basicamente determinado pelos seguintes diplomas:

- DL n.º 152/97, de 19 de Junho (Tratamento de Águas Residuais Urbanas), com as alterações introduzidas pelo DL n.º 149/2004, de 22 de Junho;
- DL 236/98, de 1 de Agosto (Qualidade das Águas), com as alterações introduzidas pelo DL n.º 208/2008, de 28 de Outubro.

A aplicação do DL 152/97, de 19 de Junho, consideradas as características dos meios receptores e as dimensões dos aglomerados a servir, conduz aos níveis de tratamento e prazos constantes do Quadro 4.

MEIOS RECEPTORES		DIMENSÃO DAS AGLOMERAÇÕES (E.P.)				
		menos de 2000	2000 a 10 000	10 000 a 15 000	15 000 a 150000	mais de 150 000
Águas Doces	Zonas normais	Tratamento apropriado (31.12.2005)	Tratamento secundário (31.12.2005)		Tratamento secundário (31.12.2000)	
	Zonas sensíveis		Tratamento secundário (31.12.2005)	Tratamento mais rigoroso que o secundário (31.12.1998)		
Estuários	Zonas menos sensíveis		Tratamento secundário (1) (31.12.2005)			
	Zonas normais	Tratamento apropriado (31.12.2005)	Tratamento secundário (31.12.2005)		Tratamento secundário (31.12.2000)	
	Zonas sensíveis		Tratamento secundário (31.12.2005)	Tratamento mais rigoroso que o secundário (31.12.1998)		
Águas Costeiras	Zonas menos sensíveis			Tratamento secundário (1)		
				(31.12.2005)	(31.12.2000)	(31.12.2000)
	Zonas normais	Tratamento apropriado (31.12.2005)		Tratamento secundário (31.12.2005)	Tratamento secundário (31.12.2000)	
	Zonas sensíveis			Tratamento mais rigoroso que o secundário (31.12.1998)		

(1) As descargas destas aglomerações poderão ser objecto de um processo de derrogação (tratamento menos rigoroso que o secundário)

#### Quadro 4 – Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho (Directiva 91/271/CEE) : Níveis de Tratamento e Prazos de implementação

## 2.2.2 CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

### 2.2.2.1 COLECTORES GRAVÍTICOS

O cálculo hidráulico, a realizar com recurso às fórmulas e métodos descritos na literatura técnica, será efectuado para os caudais de horizonte de projecto, verificando-se as condições de funcionamento para o ano de início da exploração e tendo presente os seguintes critérios, constantes do Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto:

- o diâmetro nominal mínimo admitido nos colectores é de 200 mm;
- a velocidade máxima de escoamento, para o caudal de ponta no horizonte de

projecto, não deve exceder 3 m/s;

- a inclinação dos colectores não deve ser, em geral, inferior a 0,3 % nem superior a 15%;
- a cota de implantação admissível dos colectores a implantar deverá variar entre 2 e 5 metros;
- a altura de lâmina líquida não deve exceder 50% de altura total para diâmetros iguais ou inferiores a 500 mm, e 75% para diâmetros superiores a este valor;
- o poder de transporte mínimo = 2,0 N/m<sup>2</sup> (Critérios de Projecto e Regras de Concepção – 02, Documentação técnica Interna de Sistemas Multimunicipais das Águas de Portugal, Outubro de 2002)

As situações de excepção devem observar as condições previstas no artigo 133.º do Decreto Regulamentar n.º. 23/95. Deverá considerar-se, ainda, a instalação de câmaras de corrente de varrer sempre que a auto-limpeza dos colectores não esteja assegurada.

No que se refere ao tipo de tubagem de saneamento a seleccionar, considerou-se, para efeitos de custos e nomeadamente para pequenos diâmetros, tubagem de PEAD.

#### **2.2.2.2 CONDUTAS ELEVATÓRIAS**

As condutas elevatórias são dimensionadas de modo a que a velocidade de escoamento, para os caudais bombeados, seja de 0,7 a 1,5 m/s, com diâmetro mínimo de 100 mm. Deste modo, o caudal mínimo bombeado não deverá ser inferior a 6 l/s.

A extensão das condutas elevatórias deve ser relativamente reduzida, de forma a minorar os problemas associados à formação de sulfuretos no interior da massa líquida, designadamente sulfureto de hidrogénio. Neste sentido, devem evitar-se tempos de percurso superiores a cerca de 2 horas, em tubagens com escoamento em pressão.

O material adoptado para as condutas elevatórias deverá ser o FFD ou o PEAD.

#### **2.2.2.3 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS**

A potência dos grupos electrobomba é estimada com base no caudal bombeado e na

altura manométrica, considerando um rendimento de 50%. O caudal de dimensionamento mínimo das estações elevatórias a considerar é de 6 l/s.

#### **2.2.2.4 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS**

Relativamente às ETAR, a sua concepção e dimensionamento, deverá ter em conta a legislação legal em vigor, a dimensão e características da população a servir, assim como a sua evolução no horizonte do projecto, e as características ambientais do meio ambiente receptor.

### **2.3 PREÇOS UNITÁRIOS PARA ESTIMATIVA DE CUSTOS**

#### **2.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

A estimativa orçamental dos diferentes componentes de cada uma das obras estudadas, será efectuada com base nos resultados do pré-dimensionamento e nos custos unitários apresentados neste capítulo.

#### **2.3.2 CUSTOS UNITÁRIOS PARA SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS**

##### **2.3.2.1 REDES DE DRENAGEM E COLECTORES GRAVÍTICOS**

Os custos de investimento para construção de colectores estão directamente dependentes do material da tubagem utilizado e das condições inerentes à sua implantação.

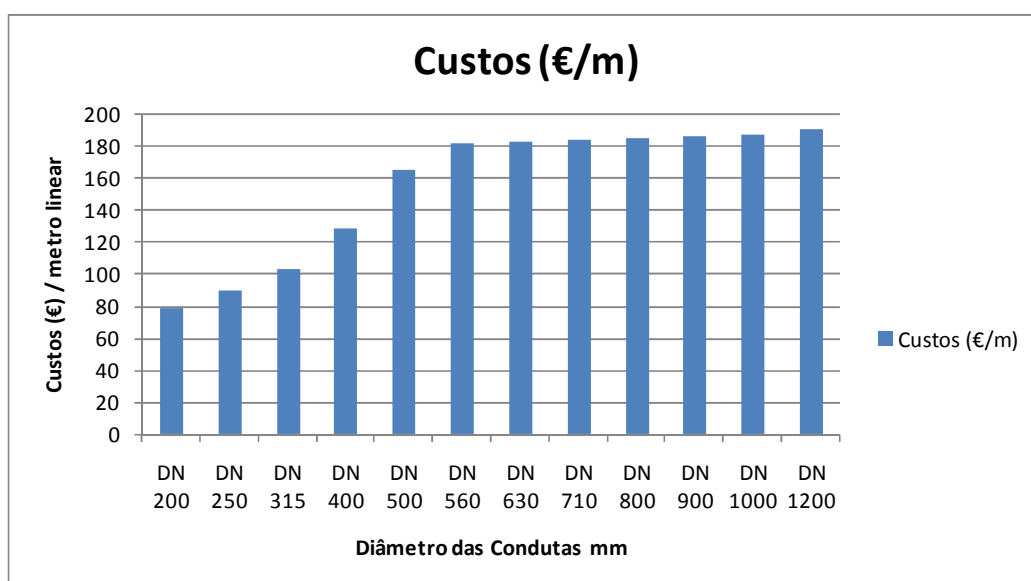
Nos cálculos para determinação das quantidades de trabalho para instalação dos colectores deverão ser utilizados os seguintes critérios:

- Largura da vala igual a  $D_{ext} + 0,50$  m;
- Vala com paredes verticais;
- Arranque e reposição de pavimentos numa faixa com a largura da vala mais 0,20 m para cada lado;
- Recobrimento médio da tubagem igual a 1,5 m;

- Câmaras de visita com afastamento médio de 40 m.

Para estimar os custos associados à sua instalação foi considerado o PEAD. Os custos de aquisição, transporte e montagem da tubagem foram calculados separadamente do movimento de terras, tendo sido consultados para o efeito fornecedores especializados, com vista a obtenção dos preços unitários. Para os ramais propõe-se o custo de 400 euros, por ramal.

Os custos totais de instalação de tubagem que varie entre os diâmetros de DN200 e DN 1200 (PEAD), pode variar entre cerca de 79 € e os 190 € / metro linear.



**Quadro 5 – Custos por metro linear de tubagem instalada (PEAD) em vala**

A opção do tipo de tubagem a instalar num determinado lugar, está directamente relacionada com a captação de águas residuais e a dimensão da população que se pretenda servir.

Para efeitos de determinação de um valor de captação médio a aplicar para uma determinação da população equivalente servida por uma conduta de um diâmetro específico, foi utilizado o relatório produzido pelo INAG (Instituto Nacional da Água - Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR)) referente ao ano 2006, segundo o qual, a captação média de águas residuais em Portugal, era de 126 l/hab/dia. Este indicador foi obtido com base nas populações servidas nas redes de drenagem de águas residuais e respectivos volumes drenados para o ano 2006, verificando-se uma distribuição por região hidrográfica, que apresenta para a

RH8 (Ribeiras do Algarve) um valor de capitação de água bastante elevado relativamente à média do Continente, na ordem dos 238L/hab/dia, que fica a dever-se em grande parte ao facto de se tratar da região do Continente com maior actividade turística. O Quadro n.º 6 apresenta, a capitação média de água residual por região hidrográfica.

De salientar, que a capitação média nacional é aproximadamente igual à capitação das regiões que servirão de base à aplicação do presente estudo (RH4 e RH7).

Regiões Hidrográficas	Capitação
	(L/hab_dia)
<b>Continente</b>	<b>126</b>
Minho e Lima (RH1)	117
Cavado, Ave e Leça (RH2)	107
Douro (RH3)	115
Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH4)	125
Tejo (RH5)	127
Sado e Mira (RH6)	139
Guadiana (RH7)	129
Ribeiras do Algarve (RH8)	238
<b>Açores (RH9)</b>	<b>126</b>
<b>Madeira (RH10)</b>	<b>180</b>

**Quadro 6 - Capitações de águas residuais (in Relatório INSAAR 2006)**

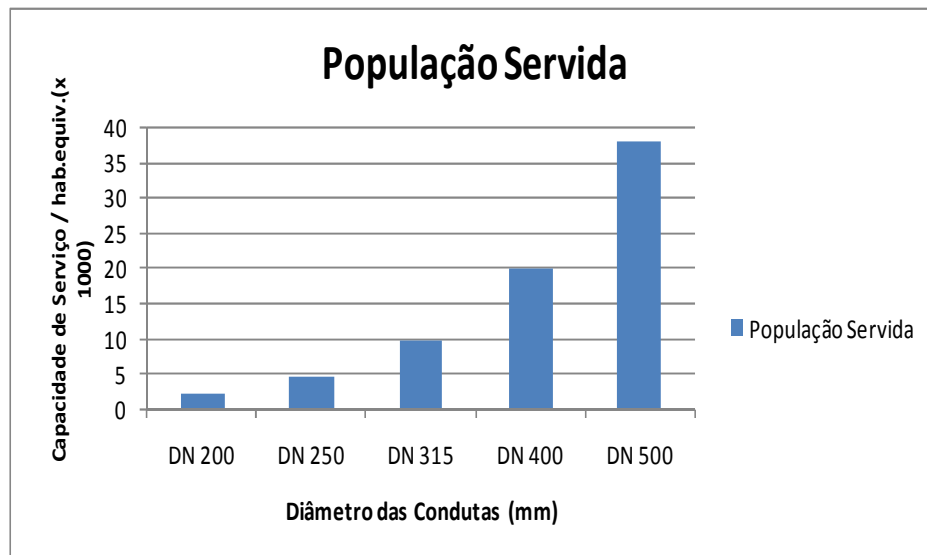
Tendo em conta, as regiões que servirão como caso de estudo do presente trabalho, Aveiro/ Ílhavo e Évora, e a necessidade dos dimensionamentos permitirem alguma capacidade de encaixe suplementar nestes tipos de infra-estruturas (recolha e drenagem), face ao seu elevado custo investimento inicial e impossibilidade física de adaptação a novas realidades, foi assumido que o valor admissível a utilizar deveria ser o de uma capitação de 150 l/hab./dia (de acordo com o Artº 13 do Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto, as capitações na distribuição exclusivamente domiciliária, num horizonte de projecto, não deve ser inferior, para o caso de serviço de uma população entre 20 000 e 50 000 habitantes, a 150 l / hab. / dia).

Para efeitos da determinação da capacidade de serviço das condutas, considerou-se um



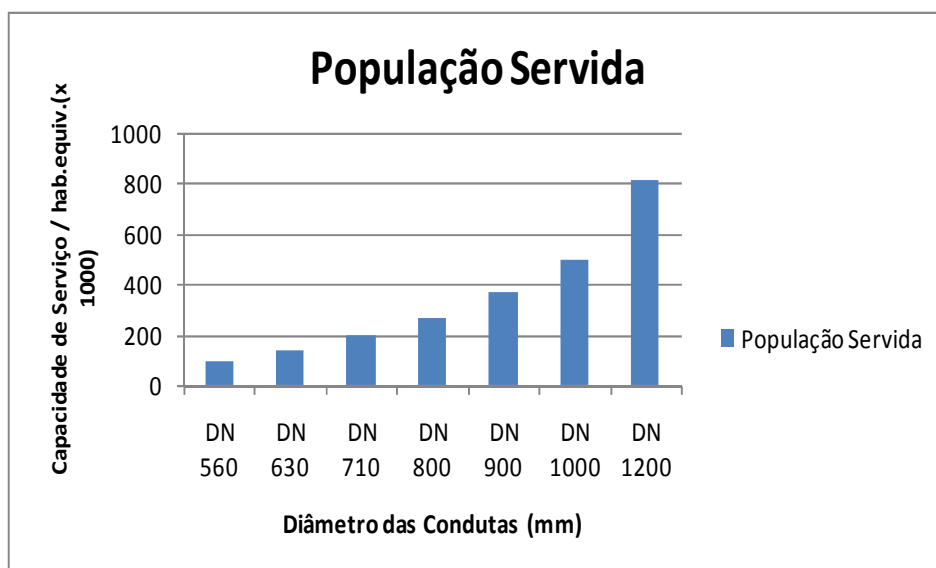
caudal de infiltração de 30%, uma taxa de adesão de 80 %, um coeficiente de rugosidade de 90 %, e uma inclinação mínima de 3 %.

Assim tendo como referencial os valores atrás referenciados, é possível determinar qual o Diâmetro da infra-estrutura de drenagem que deverá ser implantada face ao número de população a servir.



**Quadro 7 – Capacidade de serviço de condutas (entre DN 200 e DN 500)**

A população servida pela instalação de tubagem que varie entre os diâmetros de DN200 e DN 500, pode variar entre cerca de 2 100 e 38 000 habitantes.

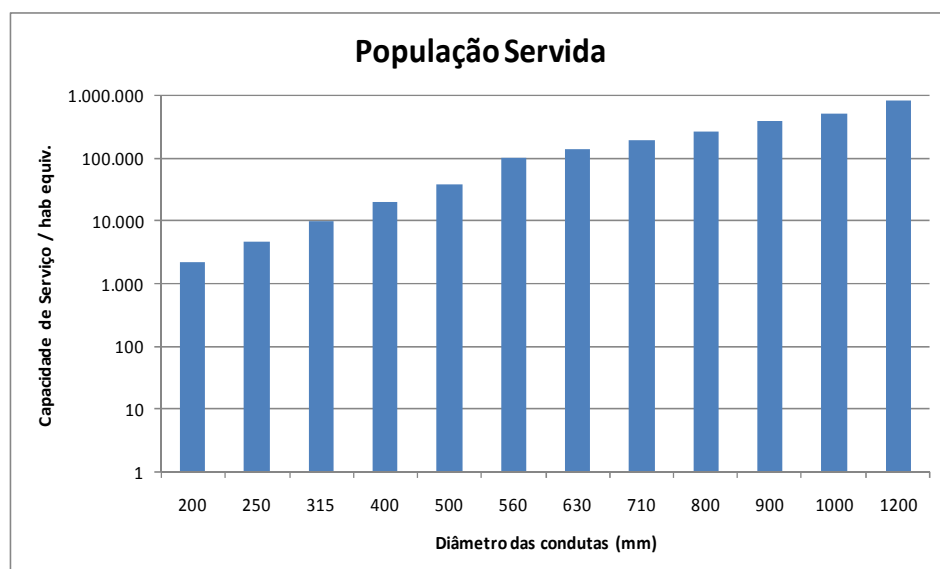


**Quadro 8 – Capacidade de serviço de condutas (entre DN 560 e DN 1 200)**

A população servida pela instalação de tubagem que varie entre os diâmetros de DN560

e DN 1200, pode variar entre cerca de 90 000 e 810 000 habitantes.

Fazendo uma análise logarítmica aos dois quadros anteriores, podemos construir um único gráfico com a capacidade de serviço de condutas entre DN 200 e DN 1 200.



**Quadro 9 – Capacidade de serviço de condutas (entre DN 200 e DN 1 200)**

Outro critério que também é necessário definir, para que seja possível determinar os custos associados à construção de uma infra-estrutura de drenagem face a uma determinada densidade populacional, é avaliar as dimensões e tipologias de infra-estruturas já implantadas em unidades territoriais pré-definidas, tendo sido usado como referencial do presente estudo, diferentes freguesias do concelho de Aveiro, actualmente servidas por redes de drenagem de águas residuais que servem mais de 97% da população residente. Assim é possível avaliar os diferentes diâmetros de condutas que constituem a totalidade de uma rede de drenagem de águas residuais.

Para o cálculo de outros custos associados à construção de redes de drenagem, foi efectuada uma análise às infra-estruturas implantadas em várias freguesias do concelho de Aveiro, cuja ocupação urbana pode ser assumida como dispersa, para que se possa caracterizar em termos de custos, a construção de novas redes, face à dimensão e distância que ela vai ter relativamente ao local do tratamento de efluentes.

A análise de informação disponibilizada pelos serviços Municipalizados de Aveiro e da Câmara Municipal de Ílhavo, possibilitou obter as seguintes conclusões:

- A freguesia de Cacia, cujo sistema é um dos maiores de Aveiro (C-AVE-SAR-003), para servir uma população de 7006 habitantes, dos quais 6810 estão efectivamente ligados, construiu 35 Estações elevatórias e 143,3 Km de rede de drenagem (194 hab./EE; 21 m rede drenagem / hab.);
- A freguesia de S. Jacinto, para servir uma população de 1016 habitantes, dos quais 988 estão efectivamente ligados, construiu 1 Estação Elevatória e 9,1 Km de rede de drenagem (988 hab./EE; 9,2 m rede drenagem / hab.);
- As freguesias de Eirol e Requeixo, para servirem uma população de 1979 habitantes, dos quais 1923 estão efectivamente ligados, construíram 9 Estações elevatórias e 11,5 Km de rede de drenagem (213 hab./EE; 5,98 m rede drenagem / hab.);
- O valor médio de rede de drenagem existente por habitante, no concelho de Aveiro, é de 6,1 m de rede / hab.
- O valor médio de rede de drenagem existente por habitante, no concelho de Ílhavo, é de 7,4 m de rede / hab.

Por outro lado, de acordo com o Relatório Anual do Sector da Água e Resíduos, elaborado pelo IRAR – Instituto Regulador de Água e Resíduos, em Portugal existem cerca de 15 000 Km de redes de drenagem, que servem aproximadamente 77% da população, o que corresponde a um comprimento instalado aproximado de 3,8 m de rede por habitante (RASARP2007).

Assim, tendo em consideração os valores a cima referidos, e considerando o peso que dos grandes centros urbanos, cujo nível de cobertura em termos de rede de saneamento é elevado, o cálculo deste índice, poder-se-á considerar como aceitável para um povoamento disperso, um valor de rede de drenagem instalado por habitante servido, próximo do valor obtido para a Freguesia de Cacia, ou seja a necessidade de construção de cerca de 20 metros de rede por habitante

Para além do descrito, e de acordo com o Decreto-Regulamentar n° 23/95, de 23 de Agosto, Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, na construção de redes de drenagem é, entre outros

elementos especiais, obrigatória a implantação de câmaras de visita, nos alinhamentos rectos, com afastamento máximo de 60 m e 100 m, conforme se trate, respectivamente, de colectores não visitáveis ou visitáveis. Deste modo, admitindo que os colectores não são visitáveis, e que o afastamento médio entre caixas ronda os 40 metros, um troço de rede com cerca de 3 Km, terá cerca de 75 caixas de visita. Sendo o custo médio unitário de uma caixa de visita (anéis), cerca de 1 000 € (uma caixa de visita em betão armado, usada na construção de rede em alta pode custar entre 2 500 e 3 000 €), ao custo inerente à instalação de 3 Km de tubagem, terá que acrescentar no mínimo 75 000 €, para implantação de caixas de visita.

- Caixas de visita (1/40 metros de rede de drenagem):
  - Cacia:  $143\,300 / 40 = 3583$  caixas de visita
    - $3583 \text{ Caixas de visita} / 6810 \text{ Habitantes} = 0,53 \text{ Caixas de visita hab.}$
  - S. Jacinto:  $9100 / 40 = 228$  caixas de visita
    - $228 \text{ Caixas de visita} / 988 \text{ Habitantes} = 0,23 \text{ Caixas de visita hab.}$
  - Eirol e Requeixo:  $5980 / 40 = 150$  caixas de visita
    - $150 \text{ Caixas de visita} / 1923 \text{ Habitantes} = 0,008 \text{ Caixas de visita hab.}$

Nota: Os dados constantes neste ponto foram retirados dos “Planos Directores para a criação dos Sistemas Multimunicipais de Baixa de Abastecimento de Água e de Saneamento do Norte, Centro e Sul – Região Centro”, promovidos pelas Aguas de Portugal, em 2008.

### 2.3.2.2 CONDUTAS ELEVATÓRIAS

Os custos de investimento para construção de condutas elevatórias de águas residuais ou para troços de emissários em pressão, são apresentados nos quadros em anexo, em função do material da tubagem e da classe de pressão.

Para a determinação dos cálculos das quantidades de trabalho para instalação de condutas elevatórias em vala, foram utilizados os seguintes critérios:

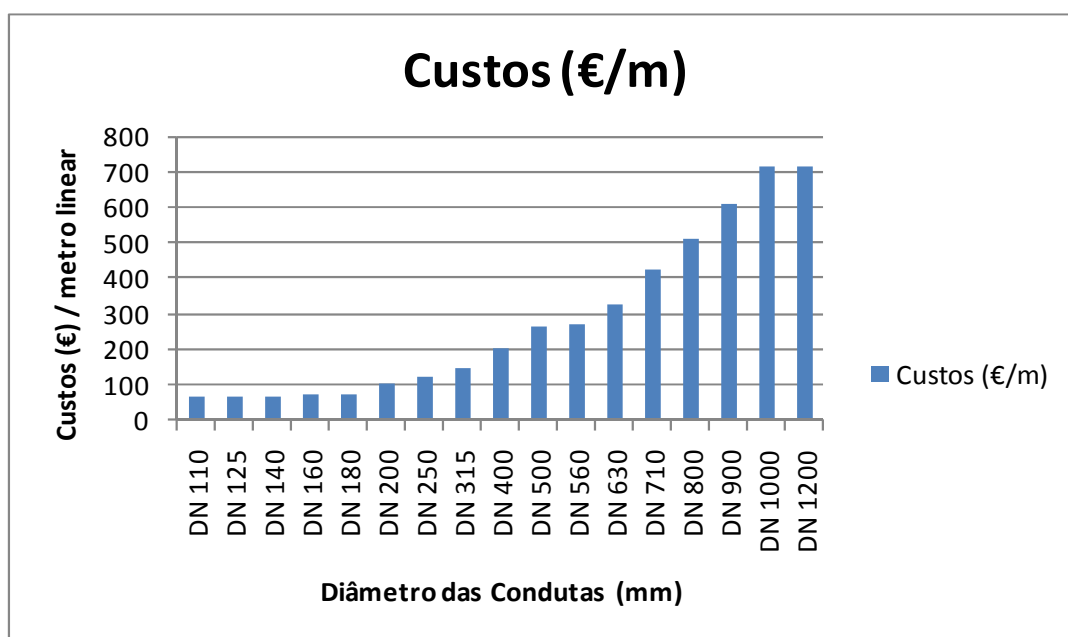
- Largura da vala igual a  $D_{ext} + 0,50$  m;
- Vala com paredes verticais;
- Arranque e reposição de pavimentos numa faixa com a largura da vala mais 0,20 m para cada lado;

- Recobrimento médio da tubagem igual a 1,0 m.

Os preços unitários considerados para os trabalhos necessários à abertura e fecho das valas para instalação da tubagem foram os considerados anteriormente para os emissários gravíticos.

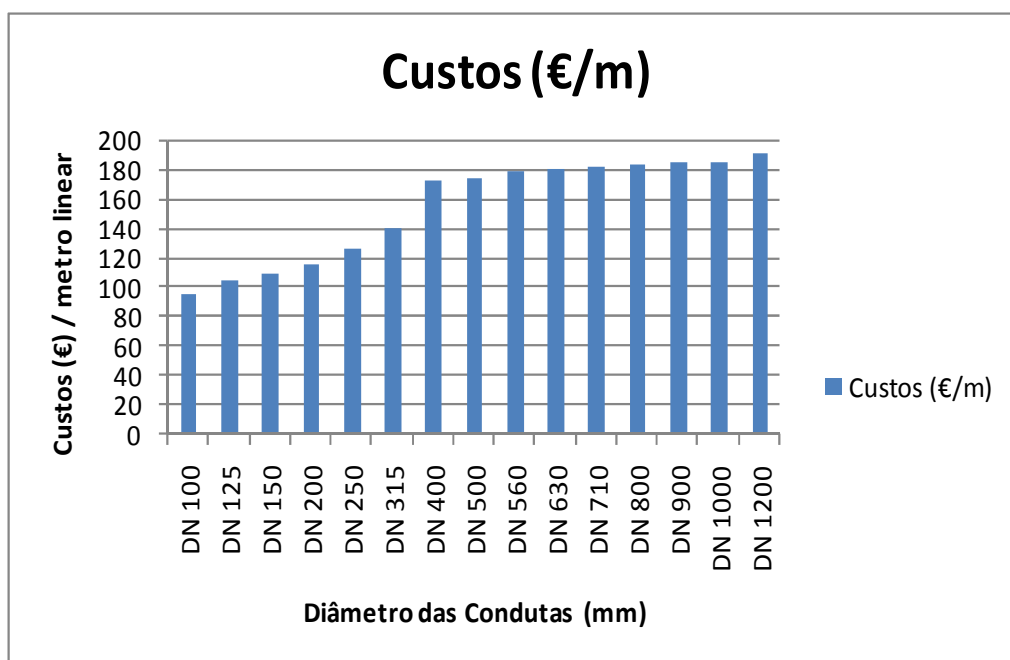
Os materiais considerados nas estimativas de custos foram o PEAD MRS 100 e o ferro fundido dúctil (FFD), incluindo os custos de acessórios e eventuais soldaduras com rendimentos de acordo com indicação do fabricante. Os custos de aquisição, transporte e montagem da tubagem foram calculados separadamente do movimento de terras, tendo sido consultados para o efeito fornecedores especializados com vista a obtenção dos preços unitários. Para os encargos anuais de manutenção das condutas, foi considerada uma percentagem de 1,0% do investimento inicial.

Nos quadros seguintes, apresentam-se os custos da tubagem instalada em vala, em função do material, do diâmetro, da classe de pressão e da sua capacidade de serviço por habitantes equivalentes:



**Quadro 10 – Custos por metro de tubagem de PEAD instalada em vala.**

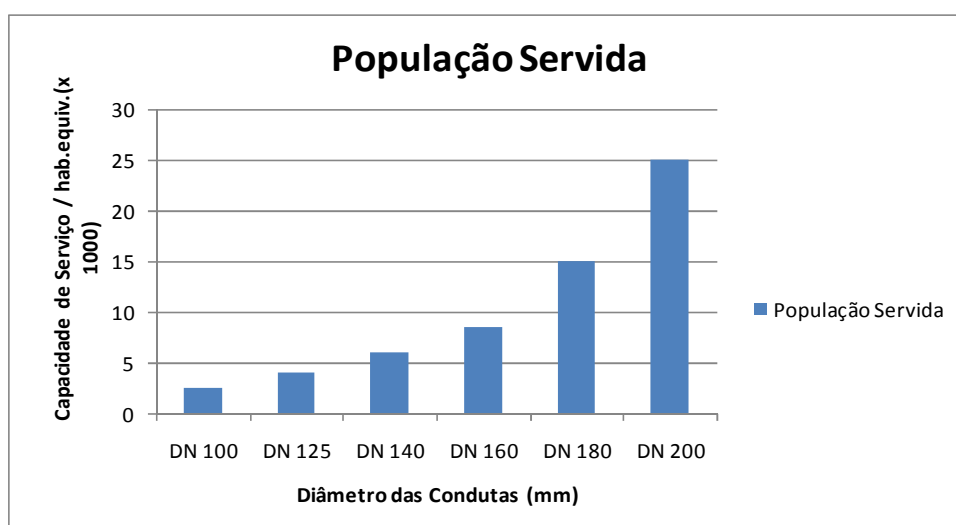
Os custos totais de instalação de tubagem que varie entre os diâmetros de DN 110 e DN 1200 (PEAD), pode variar entre cerca de 65 € e os 713 € / metro linear.



**Quadro 11 – Custos por metro de tubagem de FFD instalada em vala.**

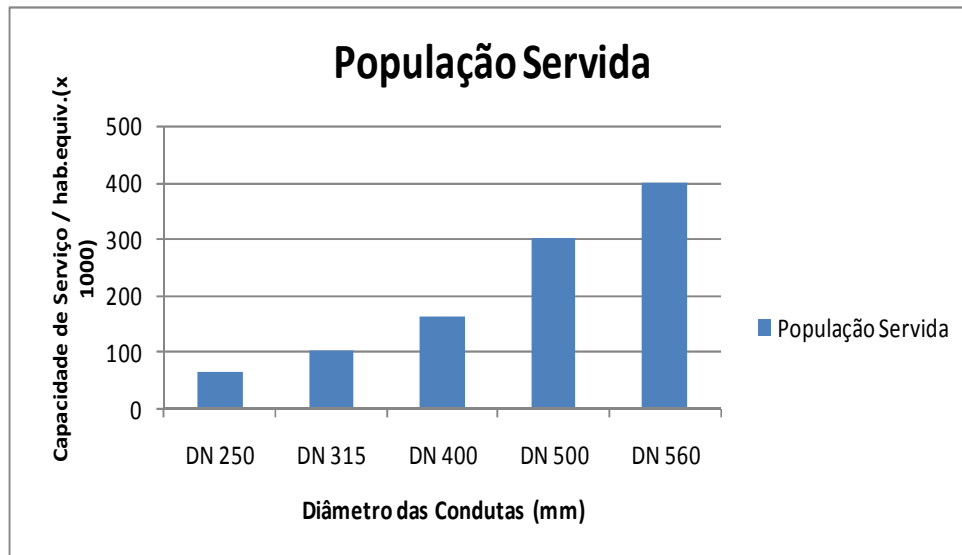
Os custos totais de instalação de tubagem que varie entre os diâmetros de DN 100 e DN 1200 (FFD), pode variar entre cerca de 96 € e os 190 € / metro linear.

Em termos de dimensionamento da capacidade de população servida por cada diâmetro da conduta, esses valores vão essencialmente depender da capacidade de bombagem dos grupos electrobomba a elas associados a montante. Contudo seguidamente são apresentados um conjunto de quadros que deverão ser analisados de uma forma meramente indicativa.



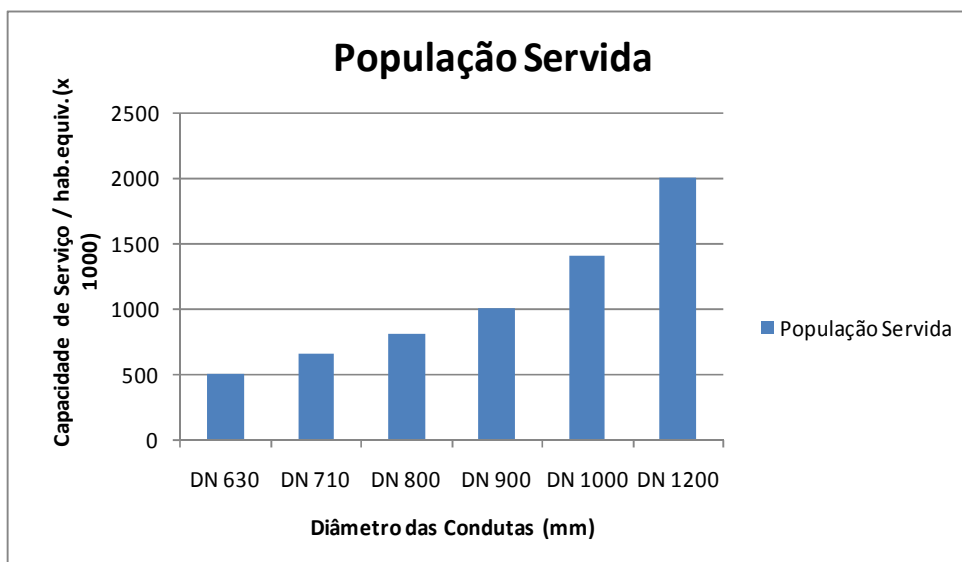
**Quadro 12 – Capacidade de serviço de condutas em pressão (entre DN 100 e DN 200)**

A população servida pela instalação de tubagem que varie entre os diâmetros de DN100 e DN200, pode variar entre cerca de 2 500 e 25 000 habitantes.



**Quadro 13 – Capacidade de serviço de condutas em pressão (entre DN 250 e DN 560)**

A população servida pela instalação de tubagem que varie entre os diâmetros de DN 250 e DN 560, pode variar entre cerca de 65 000 e 400 000 habitantes.



**Quadro 14 – Capacidade de serviço de condutas em pressão (entre DN 630 e DN 1200)**

A população servida pela instalação de tubagem que varie entre os diâmetros de DN 630 e DN 1200, pode variar entre cerca de 500 000 e 2 000 000 habitantes.

### 2.3.2.3 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

#### 2.3.2.3.1 CUSTOS DE INVESTIMENTO

As estações elevatórias a utilizar no presente caso, serão infra-estruturas de pequenas dimensões que poderão ser subdivididas em quatro zonas: câmara de chegada, onde se processa a gradagem; poço de bombagem; câmara de manobras e comando e saída da conduta elevatória.

Os custos das estações elevatórias de águas residuais, dependem dos caudais e das alturas manométricas dos grupos electrobomba, sendo profundamente influenciados pelas diferenças de concepção, pelo programa das instalações e pelos condicionamentos locais, nomeadamente pela cota dos colectores afluentes.

São consideradas exclusivamente estações elevatórias equipadas com grupos submersíveis e constituídas por um edifício para instalação do quadro eléctrico, do equipamento de remoção de gradados e de outros equipamentos complementares (remoção de areias, grupo gerador, etc.). Para caudais inferiores a 10 l/s a estação elevatória será apenas constituída por um poço simples. ( $Q_{min} = 6 \text{ L/s}$ ).

Por sua vez, os custos de manutenção das obras de construção civil das estações elevatórias podem atingir 0,2% do custo da obra. Os custos de manutenção dos equipamentos electromecânicos aplicados nas estações elevatórias, deverão ser aproximadamente 2% do custo da obra.

Para cumprir as velocidades mínimas num DN 100, é necessário ter uma Estação elevatória (EE), com um  $Q_{min}$  de 6 L/s. No entanto, para bacias com menos de 500 habitantes poder-se-ão considerar soluções por poços de bombagem compactos pré-fabricados, estimando-se o valor de investimento em 50.000 euros (70% C. Civil e 30% equipamento).

Admite-se que numa área de implementação de um determinado projecto / plano, considerando uma inclinação mínima do colector de 0,3 %, que permita o escoamento e auto limpeza da infra-estrutura, terá que ser projectada uma estação elevatória de 600 em 600 metros, uma vez que a cota de soleira das redes de drenagem / emissários deverá variar entre os 2 e os 5 metros de profundidade.

Deste modo, considerando o terreno plano e uma distância hipotética de cerca de 6 km



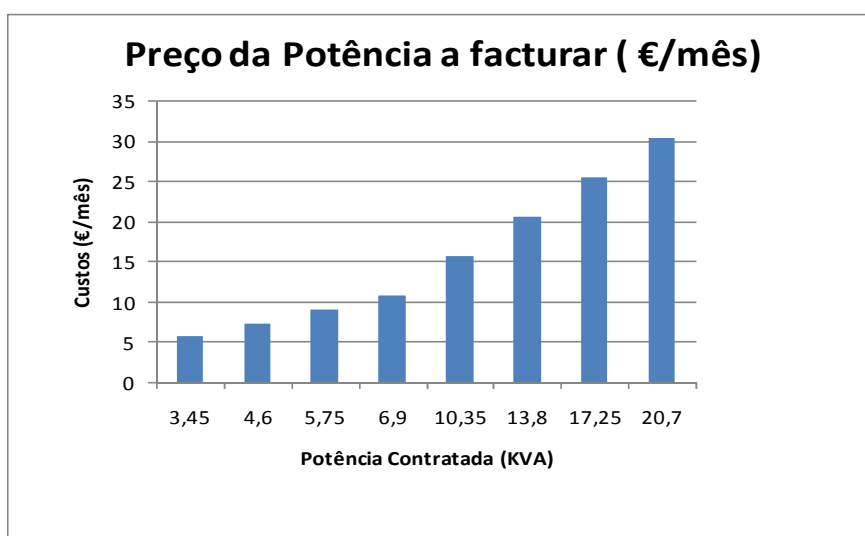
entre a rede de drenagem e o local final de tratamento do efluente, pode admitir-se que serão necessárias construir 10 Estações Elevatórias, representando um acréscimo de custos de cerca de 500 000 € (sem contar com os custos associados à implantação dos emissários de transporte).

Para efeitos de determinação dos custos totais associados à construção de condutas elevatórias, é também necessário ter em conta as dimensões e tipologias de infra-estruturas já implantadas, em unidades territoriais pré-definidas e já existentes, nomeadamente as utilizadas para as redes de drenagem.

#### 2.3.2.3.2 ENCARGOS COM ENERGIA

Os custos inerentes ao funcionamento de uma estação elevatória representam um encargo significativo, devendo ter-se em conta que a despesa mensal com energia eléctrica é constituída pela soma de duas das suas principais parcelas: preço da potência disponível e preço da energia activa gasta.

Para o tipo de infra-estruturas em causa, considera-se que a energia eléctrica é fornecida em baixa tensão. Nesse pressuposto e dada a pequena dimensão das estações elevatórias previstas neste estudo, adoptaram-se os valores apresentados no quadro seguinte, como referência para o preço da potência a facturar ( $T_p$  em EUR/mês); estes preços foram retirados da publicação da DGE (Direcção Geral de Energia), relativa ao tarifário de energia eléctrica, aos clientes finais em 2008, admitindo potência de baixa tensão até 20,7 kVA e facturação de acordo com a tarifa simples;



**Quadro 15 – Custos da potência contratada, contratação, leitura, facturação e cobrança.**

Os custos da potência contratada podem variar entre 5,74 €/mês e 30,42 €/mês.

Sendo  $P_f$  a potência a facturar, que se estima como excedendo em cerca de 20% o valor da potência total dos grupos elevatórios ( $P$ ):

$$P = 9,8 \times Q_p \times H / \eta \quad (\text{kW})$$

com:

- $Q_p$  – caudal de ponta ( $\text{m}^3/\text{s}$ );
- $H$  – altura manométrica (m);
- $\eta$  – rendimento dos grupos elevatórios.

Para estações elevatórias de águas residuais, considera-se um rendimento dos grupos elevatórios ( $\eta$ ) de 50 %. No que se refere à energia activa gasta, admitindo tarifa simples, o seu custo unitário é de 0,0945 EUR/kWh, independentemente do horário de utilização. A energia total consumida anualmente calcula-se a partir da seguinte expressão, considerando o volume médio anual elevado:

$$\text{Energia anual} = 24 \times 365 \times 9,8 \times Q_{md} \times H / \eta \quad (\text{kWh})$$

com:

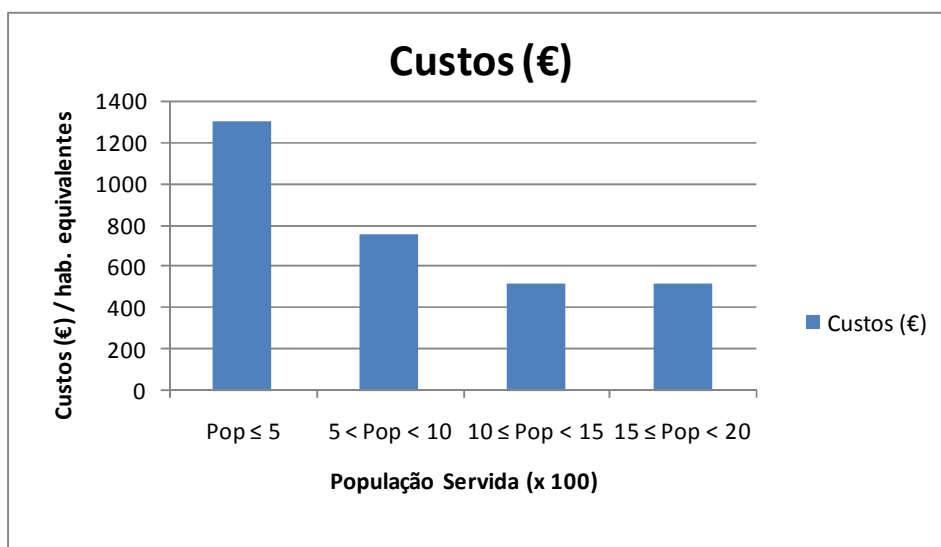
- $Q_{md}$  – caudal médio ( $\text{m}^3/\text{s}$ );
- $H$  – altura de elevação (m);
- $\eta$  – rendimento dos grupos elevatórios.

O modo de estimar o consumo de energia das estações elevatórias em cada sistema, passa por considerar um *Consumo Específico por Sistema* “equivalente” (kWh/ $\text{m}^3$ ), isto é, o correspondente a uma estação elevatória única equivalente que eleve o caudal que considere, por exemplo, o Volume Total bombeado no Sistema.

### 2.3.2.4 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS (ETAR)

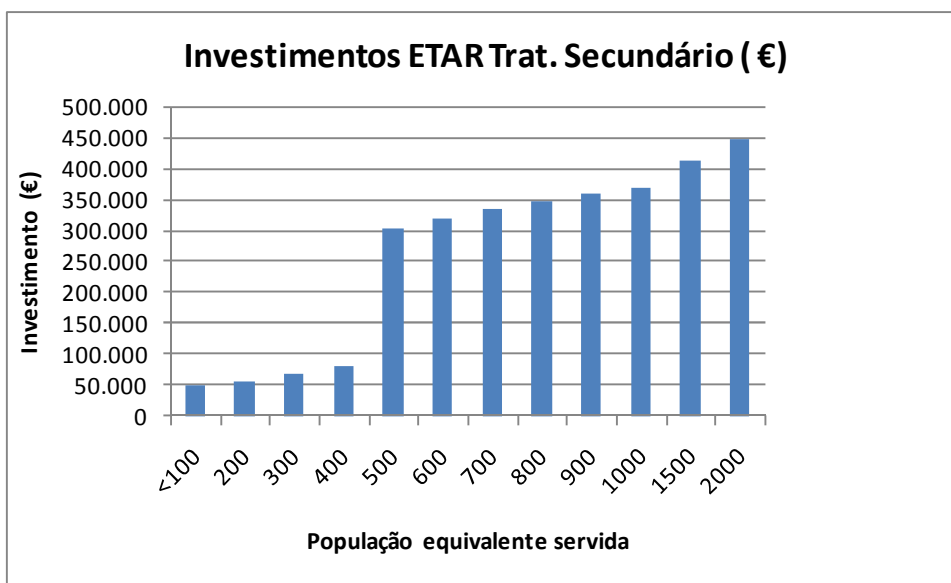
Para a obtenção dos custos unitários associados à implantação deste tipo de infraestrutura, recorreu-se à informação disponibilizada relativamente aos custos de investimento realizados nas instalações construídas, ou em fase de construção, por empresas pertencentes ao Grupo das Águas de Portugal. Para determinar os valores médios de investimento per capita foram considerados 4 grupos de PITAR (Pequenas Infra-estruturas de Tratamento de Águas Residuais), em função da sua dimensão:  $\text{Pop} \leq 500$  hab. eq.;  $500 < \text{Pop} < 1\,000$  hab. eq.;  $1\,000 \leq \text{Pop} < 1\,500$  hab. eq.;  $1\,500 \leq \text{Pop} < 2\,000$  hab. eq..

Apresenta-se no Quadro 16, os valores médios obtidos os quais variam entre 520 e 1 300 €.



**Quadro 16 – Custo de investimento per capita em função da dimensão da ETAR**

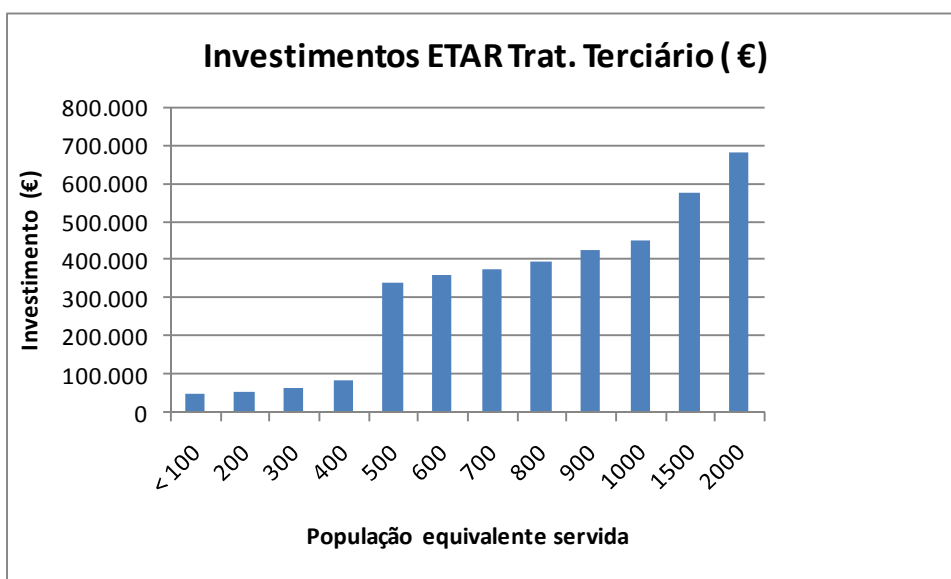
Como seria de esperar, verifica-se que os custos per capita variam inversamente com a dimensão da instalação; assim, os custos médios em instalações com capacidade inferior a 500 Hab. Equiv. são cerca do dobro dos custos em ETAR com capacidade compreendida entre 500 e 1 000 hab.equiv. e cerca de 3 vezes os custos em ETAR, com capacidade compreendida entre 1 000 e 2 000 hab.equiv.



**Quadro 17 – Investimentos para ETAR com tratamento secundário.**

Por outro lado os Investimentos na construção de uma ETAR com tratamento secundário, para servir populações inferiores a 2 000 hab.equiv., podem variar entre os 50 000 e aproximadamente 450 000 €, conforme apresentado no Quadro 17, sendo que os investimentos apresentados, para aglomerados com menos de 500 Hab. Equivalentes recorrem a ETAR Compactas.

Relativamente ao investimento para ETAR com tratamento terciário, os dados podem ser visualizados no Quadro 18, sendo naturalmente superiores aos referidos para ETAR com tratamento secundário.



**Quadro 18 – Investimentos para ETAR com tratamento terciário (Para aglomerados com menos de 500 habitantes, as soluções a implantar deverão ser com recurso a ETAR compactas).**

Nos custos com o transporte e tratamento de lamas com origem em instalações de tratamento de pequena dimensão devem considerar-se os seguintes itens:

- Custo de transporte de lamas por camião limpa-fossas a 90 euros por deslocação (50 km ida e volta), com capacidade para 80 m<sup>3</sup>, ou seja 11.25 euros por m<sup>3</sup>;
- Custos de manutenção e operação associados à desidratação em filtro de banda, considerando que 200 kg MS dia (matéria sólida por dia), têm um custos de tratamento de 5 500 euros por ano;
- Custos de transporte a destino final em aterro das lamas provenientes do filtro de banda, para uma distância entre 50 e 100 km e para 200 kg MS/dia de 6 000 euros por ano;

Os custos de operação serão determinados com base no documento elaborado pela Águas de Portugal, baseado na experiência das empresas multimunicipais na gestão e exploração de estações de tratamento semelhantes às propostas, quer em termos de linhas de tratamento, quer em termos de dimensão. Nos quadros seguintes, apresentam-se os valores de custos, associados ao funcionamento de cada infra-estrutura:

População equivalente	Tipo de tratamento	Manutenção e exploração		
		Energia (€/m <sup>3</sup> )	Lamas (€/m <sup>3</sup> )	Outros (€/m <sup>3</sup> )
<b>Menos de 100</b>	<b>Compactas</b>	<b>0,0665</b>	<b>1,0989</b>	<b>0,0944</b>
<b>200</b>	<b>Compactas</b>	<b>0,0665</b>	<b>1,0989</b>	<b>0,0944</b>
<b>300</b>	<b>Compactas</b>	<b>0,0665</b>	<b>1,0989</b>	<b>0,0504</b>
<b>400</b>	<b>Compactas</b>	<b>0,0665</b>	<b>1,0989</b>	<b>0,0504</b>
<b>500</b>	<b>L. Activadas</b>	<b>0,0298</b>	<b>0,2606</b>	<b>0,022</b>
<b>600</b>	<b>L. Activadas</b>	<b>0,0298</b>	<b>0,2606</b>	<b>0,022</b>
<b>700</b>	<b>L. Activadas</b>	<b>0,0298</b>	<b>0,2606</b>	<b>0,022</b>
<b>800</b>	<b>L. Activadas</b>	<b>0,0287</b>	<b>0,2606</b>	<b>0,0208</b>
<b>900</b>	<b>L. Activadas</b>	<b>0,0287</b>	<b>0,2606</b>	<b>0,0208</b>
<b>1000</b>	<b>L. Activadas</b>	<b>0,0287</b>	<b>0,2606</b>	<b>0,0208</b>
<b>1500</b>	<b>L. Activadas</b>	<b>0,0271</b>	<b>0,2606</b>	<b>0,0164</b>
<b>2000</b>	<b>L. Activadas</b>	<b>0,0261</b>	<b>0,2606</b>	<b>0,0139</b>

**Quadro 19 – Custos de operação para ETAR com tratamento secundário (Para aglomerados com menos de 500 habitantes, as soluções a implantar deverão ser com recurso a ETAR compactas).**

População Equivalente (Hab. Eq.)	Tipo de Tratamento	Manutenção e exploração		
		Energia (€/m3)	Lamas (€/m3)	Outros (€/m3)
< 500	Compactas	0,0665	-	1,0989
De 500 até 1 499	L. Activadas	0,1063	0,0238	0,3127
1 500	L. Activadas	0,1010	0,0225	
2000	L. Activadas	0,0960	0,0221	

**Quadro 20 – Custos de operação para ETAR com tratamento terciário.**

População Equivalente (hab.eq)	Investimento (euros)	Outros Custos de Operação (€/m3)
30	20.014	0,0300
50	30.195	
100	52.755	
200	92.171	
300	127.747	0,0150
400	161.037	
500	192.726	0,0106
600	223.193	
700	252.681	
800	281.356	0,0081
900	309.339	
1.000	336.720	
1.500	466.684	0,0075
2.000	588.300	0,0061

**Quadro 21 – Investimento e custos de operação para desinfecção com recurso a lagoas de maturação (investimento a somar aos custos a montante – tratamento secundário ou terciário).**

População Equivalente (hab.eq)	Investimento (euros)	Operação	
		Energia (€/m3)	Outros (€/m3)
30	32.160	0,0270	0,0308
50	32.757	0,0270	0,0308
100	33.584	0,0270	0,0308
200	34.433	0,0270	0,0308
300	34.939	0,0100	0,0169
400	35.303	0,0100	0,0169
500	35.588	0,0094	0,0106
600	35.822	0,0094	0,0106
700	36.021	0,0094	0,0106
800	36.195	0,0088	0,0081
900	36.439	0,0088	0,0081
1.000	36.487	0,0088	0,0081
1.500	37.023	0,0063	0,0075
2.000	37.409	0,0051	0,0061

**Quadro 22 – Investimento e custos de operação para desinfecção com recurso a UV (investimento a somar aos custos a montante – tratamento secundário ou terciário).**

No Quadro 23, é feita uma associação entre os custos de Construção Civil e Material Hidráulico, assim como Equipamentos e Outros materiais, no âmbito da construção de infra-estruturas de saneamento.

Instalação de Saneamento de Águas Residuais	Construção Civil e Material Hidráulico	Equipamentos e Outros Materiais
Rede de drenagem	100%	0%
Estação de Tratamento AR (4)	85% / 60%	15% / 40%
Estações Elevatórias (5)	45%	55%
Emissário/Interceptor/Conduta	100%	0%

**Quadro 23 – Divisão dos custos entre Construção Civil e Equipamento (saneamento e águas residuais).**

Será também importante para efeitos programação dos investimentos, ter em conta os períodos de vida útil de cada infra-estrutura integrante nos sistemas de saneamento e águas residuais.

Instalação de Saneamento de Águas Residuais	Construção Civil e Material Hidráulico	Equipamentos e Outros Materiais
Rede de drenagem (*)	75	----
Estação de Tratamento AR	50	20
Estações Elevatórias	50	20
Emissário/Interceptor/Conduta	75	----

(\*) A utilização mais recente de alguns materiais utilizados em redes de drenagem, tais como o PVC, cuja durabilidade ainda não está comprovada, justifica que sejam considerados valores mais cautelosos relativamente aos valores apresentados neste quadro.

#### **Quadro 24 – Períodos de vida útil (saneamento de águas residuais)**

### **2.3.2.5 OUTROS CUSTOS**

Neste item é também importante considerar os custos associados à aquisição de válvulas de águas residuais.

Podem-se considerar dois casos distintos:

- **Condutas Elevatórias:**
  - Poderão ser aplicadas válvulas de cunha elástica flangeada (Junto a descargas de fundo, ventosas ou câmaras de válvulas de Estações Elevatórias), cujo custo associado pode, aproximadamente atingir os seguintes valores:
    - DN 100 – 160,00 €;
    - DN 250 – 750,00 €;
    - DN 500 – 5 000,00 €.
- **Condutas Gravíticas:**
  - Poderão ser aplicadas válvulas murais (Entrada de Estações Elevatórias), cujo custo associado pode, aproximadamente atingir os seguintes valores:
    - DN 100 – 320,00 €;
    - DN 250 – 950,00 €;
    - DN 500 – 2 500,00 €;
    - DN 800 – 5 000,00 €;
    - DN 1200 – 13 000,00 €.



#### 2.3.2.6 DEFINIÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS LOCAIS EM REDES DE SANEAMENTO

Consideram-se infra-estruturas locais todas aquelas que dispõem de sistemas próprios de tratamento e de remoção e transporte de resíduos.

Deverão ser consideradas igualmente como redes locais todas as redes de drenagem, que independentemente do seu diâmetro possibilitem a ligação dos ramais de ligação de cada utilizador (poderá ser a ligação de uma propriedade horizontal). Nos casos de populações dispersas poderemos considerar uma conduta de diâmetro Ø 200 ou de Ø 250, uma vez que têm a capacidade de servir uma população equivalente de cerca de 2 100 e de 5 000 pessoas, respectivamente.

#### 2.3.2.7 DEFINIÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS GERAIS EM REDES DE SANEAMENTO

Consideram-se infra-estruturas gerais todas as não referidas no ponto anterior, e que se destinam a transportar os efluentes provenientes das diferentes infra-estruturas locais, podendo em casos especiais servir directamente a população. Poderão existir casos, em virtude da dimensão da população a servir, que condutas de diâmetro Ø 200, poderão ser consideradas como infra-estruturas gerais.

### 3. REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES

Para efeitos de construção de infra-estruturas de abastecimento de água, considera-se que, independentemente dos custos que a ela possam estar associados, todos os fogos devem ser servidos pela rede pública de abastecimento de água (hipótese simplificativa no âmbito do presente estudo).

#### 3.2 CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E PRE-DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

##### 3.2.1 CONDUTAS ADUTORAS

De um modo geral, o traçado escolhido para a implantação destas infra-estruturas deve sempre que possível, optar por vias rodoviárias para apoio da sua implantação de modo a facilitar a execução, observação e manutenção da obra, causando o mínimo de transtorno possível à população.

Para a determinação do caudal de dimensionamento das adutoras, é necessário definir para além da evolução dos consumos a satisfazer, os seguintes aspectos relacionados com período diário de adução, volume diário a transportar e horizonte de projecto das obras.

- Preconiza-se um período diário de adução no ano, no ano crítico de maior caudal, de 24 horas para sistemas gravíticos e de 20 horas para sistemas dependentes de meios mecânicos. Relativamente à definição do volume diário aduzido, considera-se caudal médio do dia de maior consumo ou ao caudal médio diário do mês de maior consumo, tendo-se optado por utilizar para o dimensionamento este último. Nos casos em que as adutoras tenham serviço de percurso a jusante de um reservatório, o caudal de dimensionamento será o caudal de ponta horária do respectivo sistema de distribuição.
- De modo a minimizar os custos de investimento, deve considerar-se a utilização de PEAD, Ferro Fundido Dúctil (FFD) e Aço, sem prejuízo de, nas fases seguintes de

Projecto de Execução e de Obra, virem a ser considerados outros materiais existentes no mercado.

- Os critérios para a escolha do material a adoptar, foram essencialmente as pressões de serviço e o diâmetro. Assim, para pressões inferiores a PN 16 considerou-se o PEAD, para DN <200 e FFD para DN superiores. Para valores de pressão superiores a PN 16 admite-se o FFD e o Aço, (pontualmente).
- Para o cálculo das perdas de carga, utiliza-se a expressão de Colebrook-White com os parâmetros adequados ao material em questão e às suas condições de funcionamento ( $k = 0,002$  mm para o PEAD e 0,1 mm para o aço e ferro fundido). No cálculo da perda de carga admite-se um valor de 10% para perdas de carga localizadas.

### 3.2.2 RESERVATÓRIOS

A reserva em água a considerar para as diversas áreas de influência dos pontos de entrega do sistema em “Alta” é calculada segundo as solicitações de caudal para combate a incêndio, avaria e emergência. Relativamente ao grau de risco de incêndio o Quadro 25 apresenta a sua distribuição em função da dimensão da população.

Grau de Risco de Incêndio	População Residente do aglomerado (hab.)
0	0 a 400
1	400 a 1000
2	1000 a 2000
3	2000 a 10 000
4	+ de 10 000

**Quadro 25 – Grau de risco a considerar em função da população residente.**

Para localidades ou zonas agregadas com menos de 400 habitantes, admite-se que o combate a incêndio possa não estar incluído no reservatório, pelo que o volume do reservatório será igual ao volume mínimo regulamentar.

$$V_{\min} = 2,0 \times Q_{md}$$

em que:

- $V_{min}$  – Volume mínimo regulamentar;
- $Q_{md}$  – Caudal médio anual.

Para localidades com mais de 400 habitantes, considera-se a seguinte expressão:

$$V = \max \{ V_{min}; V_{Regularização} + \max (V_{Incêndio}, V_{Avaria}) \}$$

em que:

- $V_{mín}$  – Volume mínimo estabelecido pelo Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais

$V_{min} = K \times Q_{md}$ , sendo  $K=1,0$ ;  $K=1,25$ ;  $K=1,5$  ou  $K=2$ , para aglomerados populacionais superiores a 100 000, entre 10 000 e 100 000, entre 1 000 e 10 000, e inferiores a 1000 habitantes, respectivamente (n.º 10 do Art.º 70 do Dec-Lei n.º 23/95);

- $V_{Regularização}$  – Volume de Regularização do reservatório que foi estimado em 1,1 do Volume do dia médio do mês de maior consumo ( $Q_{mmc} = 1,3 \times Q_{mda}$ , em Portugal);
- $V_{Incêndio}$  – Volume de Incêndio, função do grau de risco da população a servir (n.º 7 do Art.º 70 do Dec-Lei n.º 23/95);
- $V_{Avaria}$  – Volume de avarias, correspondente a 8 horas do caudal de dimensionamento da conduta ( $Q_{mmc}$ );
- $V_{Emergência}$  – Máximo entre o volume de incêndio e o volume de avarias (não é a soma dos dois por a probabilidade das 2 situações acontecerem simultaneamente é muito reduzida);

O Quadro 26 apresenta as diferentes componentes do volume calculadas de acordo com os critérios anteriores.

O Nº de Dias corresponde à capacidade de abastecer a população em caso de quebra de abastecimento, de uma forma satisfatória.

N.º Hab.	Cap. (L/Hab.dia)	Volume (m³)						N.º de dias	Volume adoptado (m³)
		Regularização	Incêndios	Avarias	Emergência	Mínimo	Total		
10	200	2,9	0,0	0,9	0,9	4,0	4,0	2,00	5
20	200	5,7	0,0	1,7	1,7	8,0	8,0	2,00	10
50	200	14,3	0,0	4,3	4,3	20,0	20,0	2,00	25
100	200	28,6	0,0	8,7	8,7	40,0	40,0	2,00	50
200	200	57,2	0,0	17,3	17,3	80,0	80,0	2,00	100
300	200	85,8	0,0	26,0	26,0	120,0	120,0	2,00	150
400	200	114,4	0,0	34,7	34,7	160,0	160,0	2,00	200
500	200	143,0	75,0	43,3	75,0	200,0	218,0	2,00	250
700	200	200,2	75,0	60,7	75,0	280,0	280,0	2,00	300
900	200	257,4	75,0	78,0	78,0	360,0	360,0	2,00	400
1000	240	343,2	125,0	104,0	125,0	360,0	468,2	1,95	500
1200	240	411,8	125,0	124,8	125,0	432,0	536,8	1,86	600
1400	240	480,5	125,0	145,6	145,6	504,0	626,1	1,86	750
1600	240	549,1	125,0	166,4	166,4	576,0	715,5	1,86	750
1800	240	617,8	125,0	187,2	187,2	648,0	805,0	1,86	1000
2000	240	686,4	200,0	208,0	208,0	720,0	894,4	1,86	1000
2500	240	858,0	200,0	260,0	260,0	900,0	1.118,0	1,86	1200
3000	240	1.029,6	200,0	312,0	312,0	1.080,0	1.341,6	1,86	1500
3500	240	1.201,2	200,0	364,0	364,0	1.260,0	1.565,2	1,86	1500
4000	240	1.372,8	200,0	416,0	416,0	1.440,0	1.788,8	1,86	2000
4500	240	1.544,4	200,0	468,0	468,0	1.620,0	2.012,4	1,86	2000
5000	240	1.716,0	200,0	520,0	520,0	1.800,0	2.236,0	1,86	2500
6000	240	2.059,2	200,0	624,0	624,0	2.160,0	2.683,2	1,86	3000
7000	240	2.402,4	200,0	728,0	728,0	2.520,0	3.130,4	1,86	3500
8000	240	2.745,6	200,0	832,0	832,0	2.880,0	3.577,6	1,86	3500
9000	240	3.088,8	200,0	936,0	936,0	3.240,0	4.024,8	1,86	4000
10000	240	3.432,0	300,0	1.040,0	1040,0	3.600,0	4.472,0	1,86	5000
15000	240	5.148,0	300,0	1.560,0	1560,0	4.500,0	6.708,0	1,86	7500
20000	240	6.864,0	300,0	2.080,0	2080,0	6.000,0	8.944,0	1,86	10000
25000	240	8.580,0	300,0	2.600,0	2600,0	7.500,0	11.180,0	1,86	12500
30000	240	10.296,0	300,0	3.120,0	3120,0	9.000,0	13.416,0	1,86	15000
35000	240	12.012,0	300,0	3.640,0	3640,0	10.500,0	15.652,0	1,86	15000
40000	240	13.728,0	300,0	4.160,0	4160,0	12.000,0	17.888,0	1,86	20000
45000	240	15.444,0	300,0	4.680,0	4680,0	13.500,0	20.124,0	1,86	20000
50000	260	18.590,0	300,0	5.633,3	5633,3	16.250,0	24.223,3	1,86	25000
60000	260	22.308,0	300,0	6.760,0	6760,0	19.500,0	29.068,0	1,86	30000
70000	260	26.026,0	300,0	7.886,7	7886,7	22.750,0	33.912,7	1,86	35000
80000	260	29.744,0	300,0	9.013,3	9013,3	26.000,0	38.757,3	1,86	40000
90000	260	33.462,0	300,0	10.140,0	10140,0	29.250,0	43.602,0	1,86	45000
100000	260	37.180,0	300,0	11.266,7	11266,7	32.500,0	48.446,7	1,86	50000

**Quadro 26 – Volume a adoptar em função do número de habitantes (dados AdP).**

No quadro anterior as captações apresentadas referem-se a valores com perdas incluídas. Os valores poderão ser distintos, caso as captações sejam significativamente diferentes das consideradas.

Os reservatórios em série incorporados no sistema adutor secundário foram dimensionados para 2 h do caudal de dimensionamento, da conduta adutora.

### 3.2.3 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

O caudal de dimensionamento para as Estações Elevatórias incorporadas no circuito da adução foi o do mês de maior consumo, com um período de funcionamento de 20 horas. Para as estações elevatórias integradas na distribuição/adução o caudal considerado é o de ponta horária.

### 3.2.4 REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Relativamente às redes de distribuição, a análise das mesmas é efectuada, tendo em conta indicadores globais face à dimensão dos aglomerados.

Verifica-se que em pequenos aglomerados, o diâmetro máximo da rede de distribuição é na generalidade dos casos DN 63 (inferior ao diâmetro preconizado para combate a incêndio). Assim, face ao investimento que seria expectável, de forma a dotar estas redes de distribuição de diâmetros compatíveis com o combate ao incêndio, considera-se que nestes casos as redes de distribuição não efectuem obrigatoriamente serviço de combate a incêndio.

Considera-se ainda que nas redes de maior dimensão, os novos diâmetros serão estabelecidos para que só as condutas que abasteçam os marcos de incêndio, tenham que cumprir os diâmetros mínimos de incêndio. De qualquer forma, considera-se que os diâmetros mínimos das restantes condutas não deverão ser inferiores a 75 mm. No quadro seguinte, apresenta-se o grau de risco que se propõe considerar para cada aglomerado em função da dimensão do aglomerado e o diâmetro mínimo proposto.

Grau de Risco de Incêndio	População Residente do aglomerado (hab)	Diâmetro mínimo de redes que abastecem marcos de incêndio (mm)	Diâmetro mínimo regulamentar sem combate a incêndios (mm)	Diâmetro mínimo proposto para redes sem marcos de incêndio (mm)
0	0 a 400	-	60	75
1	400 a 1000	80	60	75
2	1000 a 2000	90	60	75
3	2000 a 10 000	100	60	75
4	+ de 10 000	125	80	90

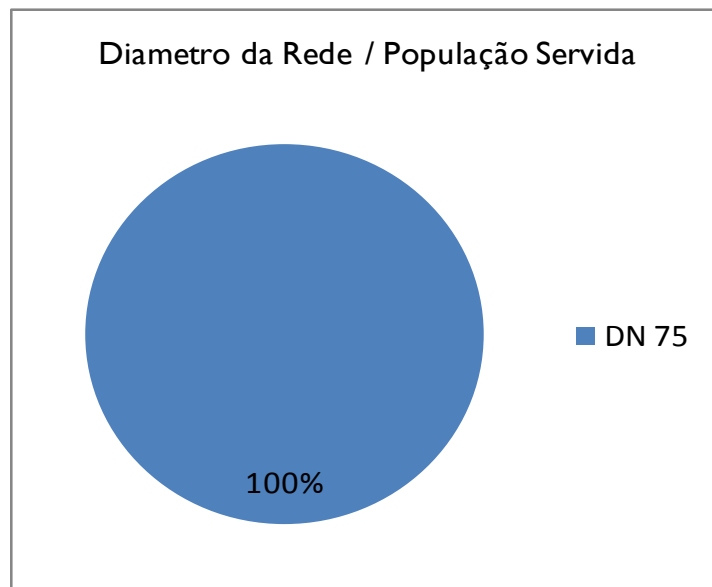
**Quadro 27 – Grau de risco de incêndio a ser considerado no dimensionamento da rede.**

Para os casos em que não foi conhecido o cadastro da rede de distribuição, considerou-se a distribuição percentual de diâmetros da rede de distribuição, face à dimensão do aglomerado servido, de acordo com os gráficos que constituem o Quadro 28.

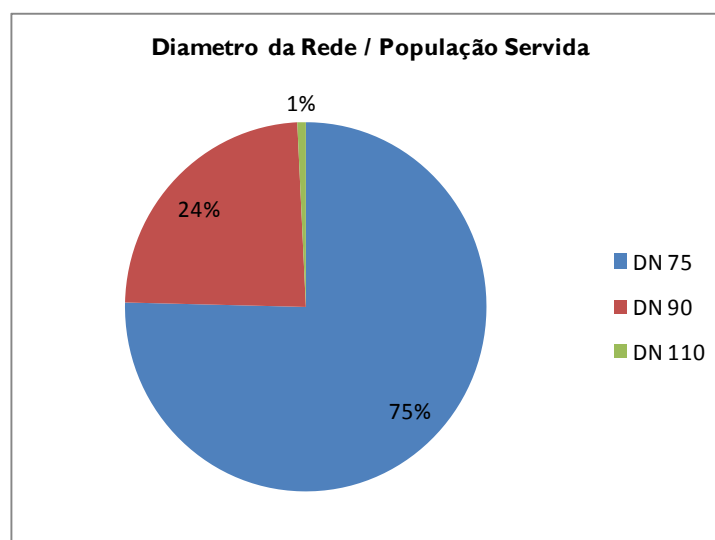
O comprimento da rede de distribuição será igual ao valor fornecido pela entidade gestora. Caso este valor não seja fornecido, será igual ao valor estimado com base nos traçados efectuados à escala 1:25 000.

De acordo com o histórico de construção de redes de distribuição de água, é possível estimar a distribuição percentual de diâmetros da rede em função do aglomerado a servir:

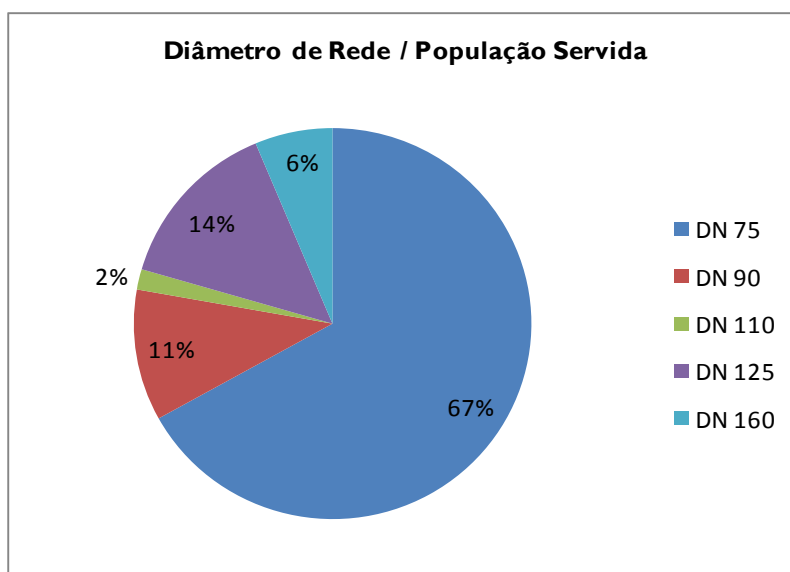
- Menos de 300 habitantes:



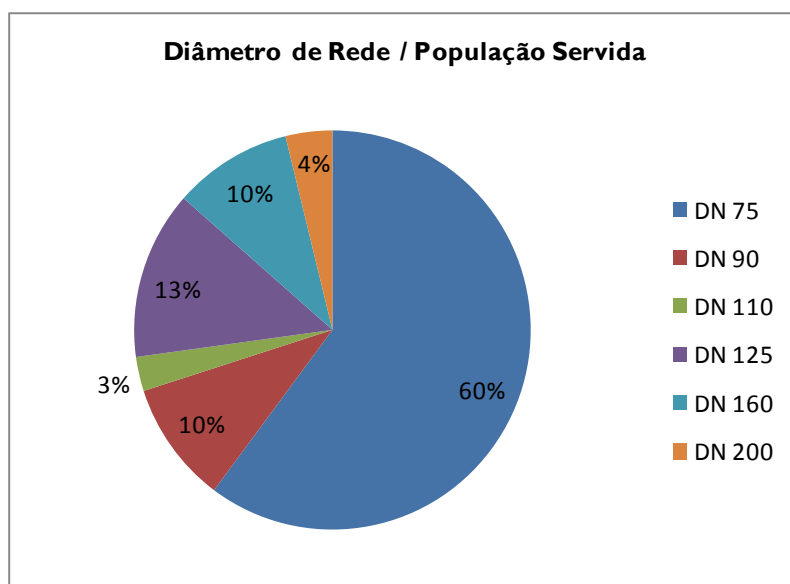
- Entre 300 e menos de 600 habitantes:



- Entre 600 e menos de 1 400 habitantes:

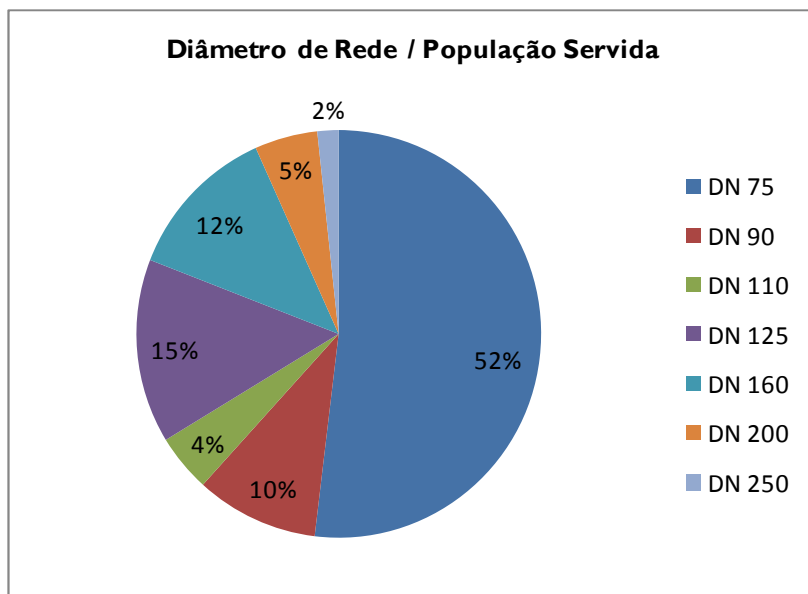


- Entre 1 400 e menos de 3 000 habitantes:

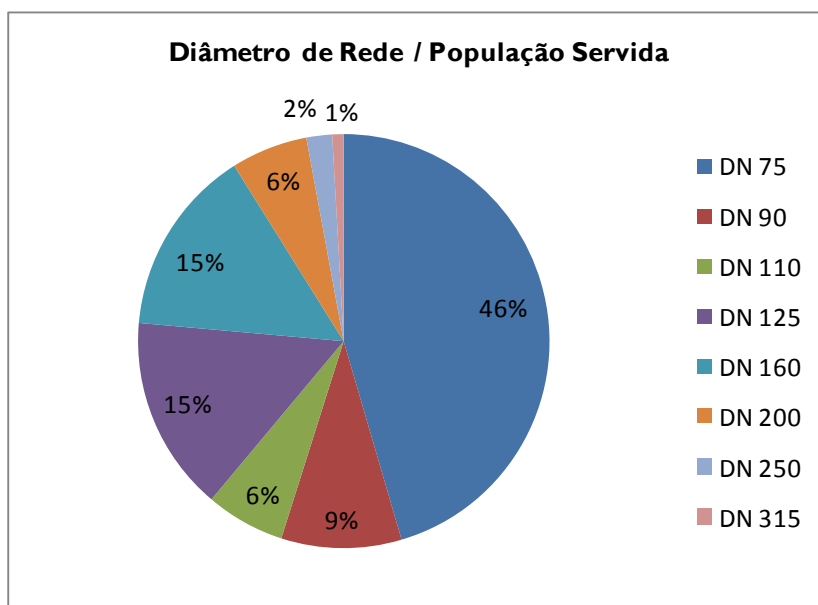




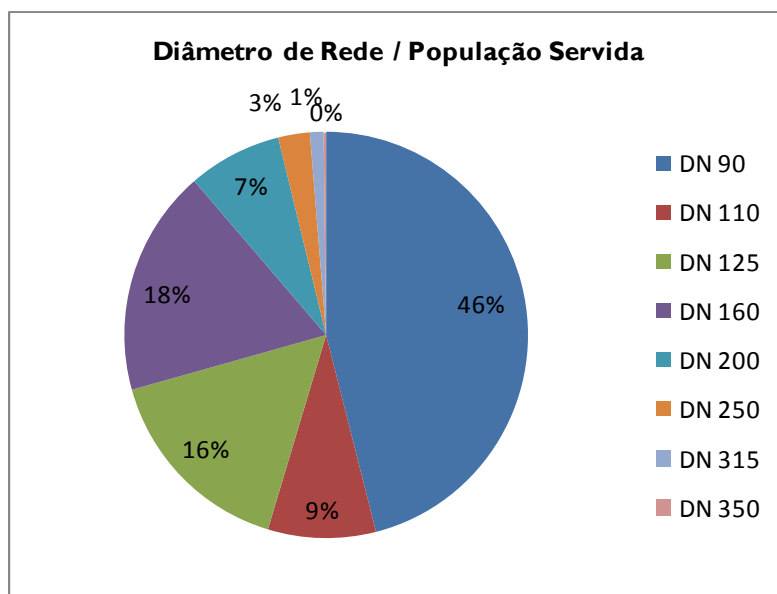
- Entre 3 000 e menos de 5 500 habitantes:



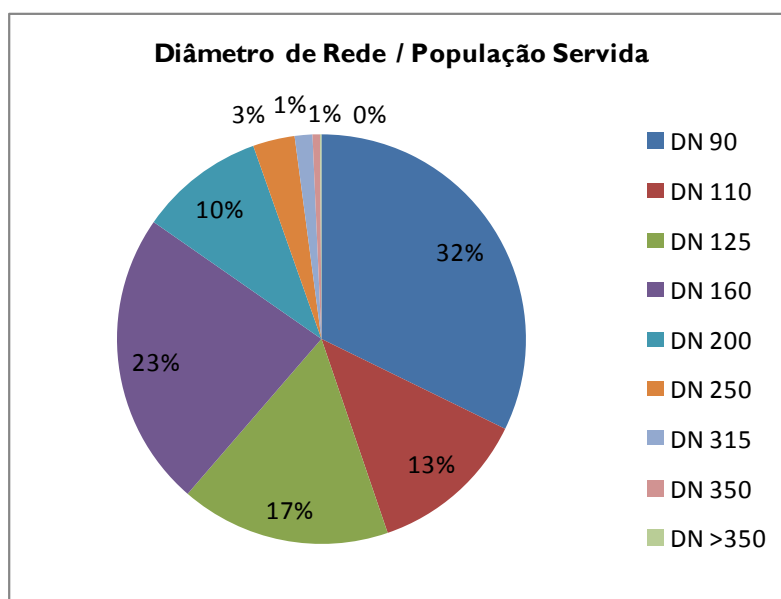
- Entre 5 500 e menos de 10 000 habitantes:



- Entre 10 000 e menos de 30 000 habitantes:



- Entre 30 000 e menos de 100 000 habitantes:



**Quadros 28 – Distribuição percentual de diâmetros da rede em função do aglomerado a servir.**

### 3.3 CUSTOS UNITÁRIOS PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA

#### 3.3.1 CONDUTAS ADUTORAS

Os custos de investimento para construção de condutas são apresentados, neste capítulo, em função do material da tubagem e da classe de pressão.

Nos cálculos para determinação das quantidades de trabalho para instalação das condutas em vala, foram utilizados os seguintes critérios:

- Largura da vala igual a  $D_{ext} + 0,50$  m, com  $L_{min} = 0,65$  m;
- Vala com paredes verticais;
- Arranque e reposição de pavimentos numa faixa com a largura da vala mais 0,20 m para cada lado;
- Recobrimento médio da tubagem igual a 1,0 m;
- Características do terreno: 30% terra, 60% rocha branda e 10% rocha dura;
- Órgãos de exploração: duas ventosas e duas descargas de fundo de 500 em 500 m.

Os materiais considerados nas estimativas de custos foram o PEAD MRS 100, o ferro fundido dúctil e o aço revestido em fábrica, incluindo os custos de acessórios e eventuais soldaduras com rendimentos de acordo com indicações do fabricante.

Os custos de aquisição, transporte e montagem da tubagem foram calculados separadamente do movimento de terras, tendo sido consultados para o efeito, fornecedores especializados com vista a obtenção dos preços unitários. Nos quadros seguintes, apresentam-se os custos da tubagem instalada em vala, admitindo em média 50% em terreno pavimentado e 50% em terreno não pavimentado, em função do material, do diâmetro e da classe de pressão.

DN (mm)	Custo por metro linear (€/m)		
	PN10	PN16	PN20
63	43	45	46
75	45	47	48
90	47	49	51
110	48	52	57
125	51	57	61
140	53	61	67
160	57	68	75
200	68	84	96
250	85	114	127

**Quadro 29 – Custos por metro de tubagem de PEAD instalado em vala.**

DN (mm)	Custo por metro linear (€/m)			
	PN20	PN25	PN40	PN50
60	–	78	86	-
80	–	82	90	99
100	–	87	96	105
125	–	97	107	117
150	–	102	112	123
200	–	120	132	146
250	–	147	161	178
300	157	172	190	209
350	187	206	227	249
400	215	236	260	286
450	247	271	299	328
500	277	305	336	369
600	371	408	449	493

**Quadro 30 – Custos por metro de tubagem de FFD e aço instalado em vala.**

Para além do custo das condutas, considerou-se ainda o custo de obras complementares, que incluem as estações de rechloragem, válvulas redutoras de pressão e os restantes

órgãos necessários ao correcto funcionamento do sistema. O custo destas obras complementares, corresponde a 15% do investimento total em condutas.

### 3.3.2 CONDUTAS E REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Para as condutas distribuidoras, considerou-se um agravamento do custo/ml de tubagem instalada devido aos acessórios existentes: válvulas de seccionamento, marcos de incêndio, etc. Atendendo aos caudais em jogo, o material a considerar é o PEAD para diâmetros até 200 mm e o FFD para diâmetros superiores.

Nos cálculos para determinação das quantidades de trabalho para instalação das condutas em vala foram utilizados os seguintes critérios:

- Largura da vala igual a  $D_{ext} + 0,50$  m, com  $L_{min} = 0,65$  m;
- Vala com paredes verticais;
- Arranque e reposição de pavimentos numa faixa com a largura da vala mais 0,20 m para cada lado;
- Recobrimento médio da tubagem igual a 1,0 m;
- Percentagem dos custos de acessórios: 20% para  $DN \leq 125$  e 50% para  $DN > 125$ ;
- Percentagem dos custos de órgãos de manobra e marcos de incêndio:
  - 50% para **Tipo 1** - aglomerados com mais de 2000 habitantes;
  - 40% para **Tipo 2** - aglomerados entre 400 e 2000 habitantes;
  - 30% para **Tipo 3** - aglomerados com menos de 400 habitantes.

Para efeitos de determinação da capacidade de escoamento das tubagens de distribuição de água foram tidas em consideração, os mesmos critérios adoptados para o saneamento nomeadamente os referidos no ponto 2.3.2.1 (Redes de drenagem e colectores gravíticos) deste relatório.

Os preços unitários considerados para os trabalhos necessários à abertura e fecho das valas para instalação da tubagem são os constantes do Quadro 31.

DN (mm)	Custo por metro linear (€/m)		
	PN 10		
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
63	61,2	60,9	60,7
75	62,9	62,6	62,3
90	65,3	64,9	64,3
110	67,6	67,0	66,4
125	70,6	69,9	69,1
140	73,8	72,8	71,8
160	79,2	78,0	76,8
200	93,2	91,1	89,2
250	115,5	112,4	109,1
315	149,3	144,2	139,1
350	174,6	167,1	160,7
400	203,0	194,9	186,7

**Quadro 31 – Custos por metro de tubagem em rede de distribuição instalada em vala.**

A aplicação dos preços unitários do quadro anterior nas redes tipo dos aglomerados em função da população, dão origem aos custos médios da tubagem de redes de distribuição, em função da dimensão do aglomerado que se apresentam no Quadro 32. Os valores apresentados têm em conta a utilização de tubagens de diâmetro inferior nas zonas servidas por essa rede, ou seja, o preço médio por metro linear de 74,29 €, para servir uma população total de 100 000 habitantes tem em consideração o preço por metro linear de condutas de menor diâmetro que servem zonas de menor dimensão, que fazem parte integrante desse núcleo populacional e da unidade de rede em apreço.

Assim, no Quadro 32 é apresentado o custo médio de tubagens aplicadas na construção de algumas redes de drenagem com diferentes números de habitantes servidos (dados AdP). Este valor médio é apenas indicativo, e poderá e deverá oscilar, em virtude de dificilmente poderem haver casos de aplicação absolutamente iguais.

N.º de Habitantes	Preço / metro linear (€/m)	Diâmetro médio (mm)	N.º de Habitantes	Preço / metro linear (€/m)	Diâmetro médio (mm)
50	62,31	75	6000	68,73	125
100	62,31	75	6500	68,83	125
200	62,31	75	7000	69,01	125
300	62,74	75	7500	69,14	125
400	62,82	75	8000	69,07	125
500	63,27	90	8500	69,32	125
600	64,01	90	9000	69,32	125
700	64,22	90	9500	69,32	125
800	64,99	90	10000	70,56	125
900	65,17	110	15000	71,07	125
1000	65,27	110	20000	71,54	160
1200	65,37	110	25000	72,01	160
1400	65,85	110	30000	72,26	160
1600	66,00	110	35000	72,64	160
1800	66,06	110	40000	72,67	160
2000	66,23	110	45000	72,80	160
2500	66,98	110	50000	73,06	160
3000	67,45	110	60000	73,21	160
3500	67,65	125	70000	73,84	160
4000	67,84	125	80000	73,87	160
4500	67,98	125	90000	74,10	160
5000	65,07	125	100000	74,29	160
5500	68,60	125			

**Quadro 32 – Custos médio da tubagem de redes de distribuição em função da dimensão do aglomerado (dados AdP).**

Aos custos anteriores, é necessário adicionar os custos dos ramais, para os quais se propõe o custo de 400 euros / unidade.

### 3.3.3 RESERVATÓRIOS

A estimativa de custos respeitantes à construção de reservatórios apoiados, é baseada na medição e orçamentação de obras-tipo. Procurou-se assim, quantificar os custos actuais das principais actividades associadas à construção ou remodelação de reservatórios,

tendo-se obtido os custos unitários por metro cúbico de armazenagem que apresentamos no Quadro 33.

Capacidade (m3)	Custo (€)		Capacidade (m3)	Custo (€)	
	Total	Por m3		Total	Por m3
<b>10</b>	32 029	2.500	<b>900</b>	351 900	391
<b>20</b>	44 220	2.211	<b>1 000</b>	373 000	373
<b>30</b>	53 401	1.780	<b>1 200</b>	403 200	336
<b>50</b>	67 729	1.355	<b>1 500</b>	469 500	313
<b>75</b>	81 792	1.091	<b>1 800</b>	536 400	298
<b>100</b>	92 400	924	<b>2 000</b>	566 000	283
<b>150</b>	116 850	779	<b>2 500</b>	692 500	277
<b>200</b>	136 400	682	<b>3 000</b>	807 000	269
<b>250</b>	155 000	620	<b>4 000</b>	1 016 000	254
<b>300</b>	179 100	597	<b>5 000</b>	1 195 000	239
<b>400</b>	208 800	522	<b>6 000</b>	1 392 000	232
<b>500</b>	242 500	485	<b>7 000</b>	1 568 000	224
<b>600</b>	268 800	448	<b>8 000</b>	1 616 000	202
<b>700</b>	299 600	428	<b>9 000</b>	1 746 000	194
<b>800</b>	328 800	411	<b>10 000</b>	1 890 000	189

**Quadro 33 – Custos de investimento em função da capacidade – reservatórios apoiados.**

Foi ainda proposta a seguinte função para a estimativa dos custos dos reservatórios elevados (fuste com cerca de 20 m):

$$C (\text{€}) = 0,466 V^2 + 263,3 V + 104\,000$$

em que V é o volume do reservatório em m<sup>3</sup>.

no caso de necessidade da remodelação de reservatórios, as percentagens relativamente à construção de um reservatório novo podem variar entre os 1,5% (só pintura exterior) e os 10% (revestimento interior e exterior e arranjos exteriores). Por precaução, sugere-se que qualquer reservatório que exija qualquer melhoramento, tenha uma remodelação no valor mínimo de 5%, atingindo os 10% para a situação mais desfavorável (volumes mais pequenos).



### 3.3.4 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

#### 3.3.4.1 CUSTO DE INVESTIMENTO

Os custos das estações elevatórias de abastecimento de águas apresentam elevada dispersão, sendo profundamente influenciados pelas diferenças de concepção, pelo programa das instalações e pelos condicionamentos locais. Nesta fase, são consideradas estações elevatórias equipadas com grupos de eixo horizontal e constituídas por um edifício simples.

Considera-se que as seguintes expressões traduzem as funções correspondentes à curva de custo para uma gama diversa de situações:

Para estações com caudais iguais ou inferiores a 20 l/s:

$$\text{Construção Civil: CCC} = 32\,100 + 279 \times Q + 0,15 \times Q \times H$$

$$\text{Equipamento sem PT: CEq} = 12\,000 + 1.650 \times Q^{0,769} \times H^{0,184} + 9\,250 + 150 \times (Q \times H)^{0,305}$$

Para caudais superiores a 20 l/s propõem-se as seguintes expressões:

$$\text{Construção civil: CCC} = 39\,904 + 374 \times Q + 0,15 \times Q \times H$$

$$\text{Equipamento: CEq} = 1\,317 \times Q^{0,769} \times H^{0,184} + 2\,092 \times (Q \times H)^{0,466}$$

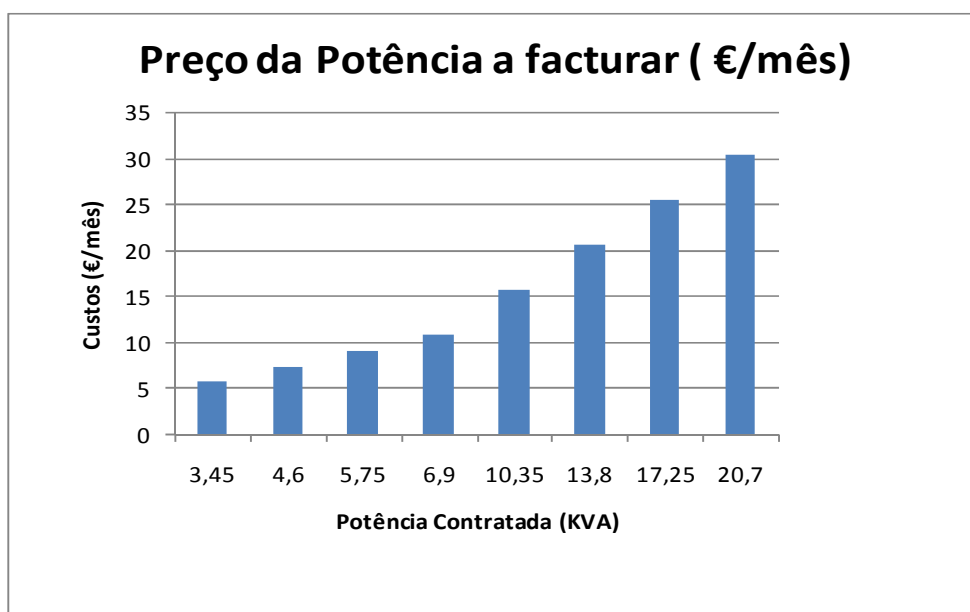
sendo Q o caudal bombeado em L/s e H a altura de elevação em m.

Admite-se que não seja necessário PT em aglomerados com mais de 50 hab., em que se assume que a rede pública de energia pode abastecer pequenas instalações em BT. A inclusão de PT considera-se em aglomerados de menor dimensão e em áreas sem ocupação urbana de qualquer espécie. Nos casos onde se considerar PT, deverá acrescentar-se 16 000 euros ao equipamento.

### 3.3.4.2 ENCARGOS COM ENERGIA

Os custos inerentes ao funcionamento de uma estação elevatória representam um encargo significativo, devendo ter-se em conta que a despesa mensal com energia eléctrica, é constituída pela soma de duas das suas principais parcelas, correspondentes ao preço da potência e ao preço da energia activa gasta.

Para o tipo de infra-estruturas em causa, considera-se que a energia eléctrica é fornecida em baixa tensão. Nesse pressuposto, e dada a pequena dimensão das estações elevatórias previstas neste estudo, adoptaram-se como referência para o preço da potência a facturar ( $T_p$  em EUR/mês) os valores apresentados no Quadro 34; estes preços foram retirados da publicação da DGE relativa ao tarifário de energia eléctrica para 2008, admitindo potência de baixa tensão até 20.7 kVA e facturação de acordo com a tarifa simples.



**Quadro 34 – Custos da potência contratada, contratação, leitura, facturação e cobrança.**

Sendo  $P_f$  a potência a facturar, que se estima como excedendo em cerca de 20% o valor da potência total dos grupos elevatórios ( $P$ ):

$$P = 9.8 \times Q_p \times H / \eta \text{ (kW)}$$

$$P_f = 1,2 P$$

com:

- $Q_p$  – caudal de ponta ( $m^3/s$ );

- H – altura manométrica (m);
- $\eta$  – rendimento dos grupos elevatórios.

Para estações elevatórias em sistemas de abastecimento de água, considera-se um rendimento dos grupos elevatórios ( $\eta$ ) de 70 %.

No que se refere à energia activa gasta, admitindo tarifa simples, o seu custo unitário é de 0,1143 EUR/kWh, independentemente do horário de utilização.

A energia total consumida anualmente, calcula-se a partir da seguinte expressão, considerando o volume total elevado anualmente:

$$\text{Energia anual} = 9.8 (Q_{md} \times 365 \times 24) H / \eta \text{ (kWh)}$$

com:

- $Q_{md}$  – caudal médio (m<sup>3</sup>/s);
- H – altura manométrica (m).
- $\eta$  – rendimento dos grupos elevatórios.

Descreve-se de seguida, uma metodologia para estimar os custos de operação com a energia associada às estações elevatórias, aplicável em estações elevatórias e captações nos sistemas de abastecimento de água.

Esta metodologia, procura determinar um factor designado *Consumo Específico por Sistema*, que para um conjunto de estações elevatórias que integrem um determinado sistema permita estimar com algum rigor, os custos anuais com a energia dispendida.

O modo de estimar o consumo de energia das estações elevatórias em cada sistema passa por considerar um *Consumo Específico por Sistema* “equivalente” (kWh/m<sup>3</sup>), isto é o correspondente a uma estação elevatória única equivalente que eleve o caudal que é considerado (por exemplo o Volume Total bombeado no Sistema).

Admite-se que, para as estações elevatórias e captações existentes, não exista registo das respectivas características, mas dever-se-ão adoptar procedimentos expeditos que permitam estimar a potência instalada nas estações elevatórias a manter (por exemplo, em termos da estimativa do caudal, poder-se-á estimar com base na área aproximada que serve em termos populacionais e ainda considerar uma altura manométrica que poderá

ter como base, a análise da topografia das zonas a abranger, de acordo com a informação constante na respectiva carta militar).

Seguidamente será explicado, o modo de cálculo dos encargos de energia de uma estação elevatória  $i$  (kWh/ano), nomeadamente:

$$\text{Energia anual} = ET = 24 \times 365 \times 9.8 \times Q_{md} \times H / \eta$$

O volume de água elevado anualmente (m<sup>3</sup>/ano) corresponde a:

$$\text{Volume anual} = V = 24 \times 365 \times Q_{md}$$

O consumo específico, CE (kWh/m<sup>3</sup>) corresponde a:

$$CE = 9.8 \times H_i / \eta$$

A energia total seria assim dada pelo produto do volume anual (m<sup>3</sup>/ano) pelo consumo específico (kWh/m<sup>3</sup>):

$$ET = V \times CE$$

Mas, como num sistema não temos uma só estação elevatória, o que se tem de estimar é uma estação elevatória equivalente, que pondere as várias variáveis em jogo, que diferem em cada estação elevatória.

Um modo de calcular o *Consumo Específico Equivalente* a considerar para cada sistema, CEEQUIV e consequentemente a energia total consumida anualmente, ET, seria a que se descreve abaixo, tendo por base o exemplo de um sistema com três elevatórias, com características distintas, e, em que se admite que o volume que se considera como elevado pela estação elevatória equivalente do sistema é 100% do consumido pelo sistema, V<sub>100</sub>. Assim ter-se-á:

1. A energia anualmente gasta por uma estação elevatória equivalente que bomba 100% do caudal transportado pelo sistema é dada por:

$$ET = V_{100} \times CEEQUIV$$

2. A energia anualmente gasta pelas três estações elevatórias é dada por:

$$ET = V_{EE1} \times CEE1 + V_{EE2} \times CEE2 + V_{EE3} \times CEE3$$

sendo que os volumes são os seguintes:

$$V_{EE1} = 0.10 \times V_{100}, V_{EE2} = 0.30 \times V_{100} \text{ e } V_{EE3} = 0.70 \times V_{100},$$

Admitindo-se que passa pelas estações elevatórias EE1, EE2 e EE3, respectivamente, 10%, 30% e 70% do caudal total ( $V_{100}$ ).

3. O consumo específico equivalente seria dado por:

$$CE_{EQUIV} = (1/V_{100}) \times (V_{EE1} \times CE_{EE1} + V_{EE2} \times CE_{EE2} + V_{EE3} \times CE_{EE3})$$

que para o exemplo seria:

$$CE_{EQUIV} = 1/V_{100} \times (0.10 \times V_{100} \times CE_{EE1} + 0.30 \times V_{100} \times CE_{EE2} + 0.80 \times V_{100} \times CE_{EE3}) \text{ isto é,}$$

$$CE_{EQUIV} = (0.10 \times CE_{EE1} + 0.30 \times CE_{EE2} + 0.80 \times CE_{EE3}),$$

em que os consumos específicos seriam só função da altura de elevação, H e do rendimento que se estima ser de 70% em estações elevatórias de águas de abastecimento de água.

### 3.3.5 CUSTOS RELATIVOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

No quadro seguinte, é feita uma associação entre os custos necessários efectuar (Construção Civil e Material Hidráulico / Equipamentos e Outros materiais), no âmbito da construção de infra-estruturas de abastecimento de água.

Instalação de Saneamento de Abastecimento de Águas	Construção Civil e Material Hidráulico	Equipamentos e Outros Materiais
Captações	70%	30%
Estações de Tratamento de Água	70%	30%
Estações Elevatórias	55% (40-70)	45% (30-60)
Troço de Adutor	99%	1%
Reservatório	99%	1%
Rede de distribuição	100%	0%

**Quadro 35 – Divisão dos custos entre Construção Civil e Equipamento (abastecimento de água).**

Será também importante para efeitos de programação dos investimentos ter em conta os períodos de vida útil de cada infra-estrutura integrante nos sistemas de água.

<b>Instalação de Saneamento de Abastecimento de Águas</b>	<b>Construção Civil e Material Hidráulico</b>	<b>Equipamentos e Outros Materiais</b>
Captações	40	20
Estações de Tratamento de Água	50	20
Estações Elevatórias (3)	50	20
Troço de Adutor	50	----
Reservatório	50	----
Rede de distribuição	50 (*)	----

(\*) Valor indicativo para a renovação.

**Quadro 36 – Períodos de vida útil (abastecimento de água).**

### 3.3.6 OUTROS CUSTOS EM REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Será também importante considerar os custos associados à aquisição de válvulas para redes de abastecimento de água.

Podem-se considerar dois casos distintos:

- Válvula de seccionamento do tipo cunha elástica:
  - Utilizadas em cruzamentos e derivação de tubagens, assim como junto a descargas de fundo, ventosas ou câmaras de válvulas de Estações Elevatórias, ou mesmo para efeitos de limitação de zonas de intervenção, cujo custo associado pode, aproximadamente atingir os seguintes valores:
    - DN 60 – 100,00 €;
    - DN 100 – 150,00 €;
    - DN 300 – 1 100,00 €.
    - DN 500 – 4 500,00 €.
- Válvula de retenção:
  - Utilizadas junto a Estações Elevatórias (Entrada de Estações Elevatórias), cujo custo associado pode, aproximadamente atingir os seguintes valores:

- DN 60 – 170,00 €;
- DN 100 – 250,00 €;
- DN 300 – 1 700,00 €.
- DN 600 – 8 000,00 €.

### 3.3.7 DEFINIÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS LOCAIS EM REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Consideram-se infra-estruturas locais todas as redes de distribuição que fazem serviço directo à população, nomeadamente a adução em baixa após a água ter sido armazenada no ultimo reservatório existente na linha de serviço, independentemente do seu diâmetro.

Nos casos de populações dispersas, de acordo com o quadro 28, para uma população a servir até 3.000 habitantes, uma conduta de diâmetro Ø 75 pode representar 60 %, da totalidade da infra-estrutura de distribuição.

### 3.3.8 DEFINIÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS GERAIS EM REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Consideram-se infra-estruturas gerais todas as não referidas no ponto anterior, ou seja todas aquelas que existem entre o local de captação e o ultimo reservatório existente na rede de abastecimento de água, antes da linha de distribuição que serve directamente a população.





## BIBLIOGRAFIA

AdP – Águas de Portugal, SGPS - Planos Directores para a criação dos Sistemas Multimunicipais de Baixa de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais do Norte, do Centro e Sul – Critérios de Concepção de soluções e estimativa de investimentos e custos operacionais;

AdP – Águas de Portugal, SGPS – Construção de Pequenas ETAR – Análise de Investimentos, Fevereiro de 2008;

APDA – Comissão Especializada de Legislação e Economia (2006), *Água e Saneamento em Portugal – O Mercado e Os Preços*. Lisboa: APDA – Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas;

BAPTISTA, Jaime Melo, Dulce Álvaro PÁSSARO e Rui Ferreira Dos SANTOS (2006), *A Nova Lei Da Água e Os Serviços de Abastecimento Público de Água e de Saneamento de Águas Residuais Urb*

COMISSÃO EUROPEIA (2003), *Manual de Análise de Custos e Benefícios Dos Projectos de Investimento (Fundos Estruturais - FEDER, Fundo de Coesão e ISPA)*, Unidade Responsável Pela Avaliação, DG Política Regional, Comissão Europeia;

COMISSÃO EUROPEIA (2007), “Communication from the Commission to the European Parliament and the Council: Towards Sustainable Water Management in the European Union – First Stage in the Implementation of the Water Framework Directive 2000/60/EC”;

INAG (2002), INSAAR – *Glossário*, Lisboa: Instituto da Água. Recuperação de custos no sector de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais em Portugal

INAG (2005), *Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas Prevista na Directiva - Figura da Água*, Lisboa: Instituto da Água – Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional;

INAG (2008), INSAAR - Inventário Nacional de Sistemas de Água e de Águas Residuais;

IRAR (2005), *Relatório Anual Dos Serviços de Águas e Resíduos Em Portugal – 2004*. Lisboa: IRAR – Instituto Regulador de Águas e Resíduos;

MAOTDR – Programa Operacional de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (2000-2006). Lisboa, Janeiro 2000.

MAOTDR (2006), *PEAASAR II – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais 2007-2013*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional;

OECD (2006), “Water: The Experience in OECD Countries”, *Environmental Performance Reviews*, Paris, OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development;

PEAASAR II – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais – 2007 – 2013;

Revista Água & Ambiente, Maio a Novembro de 2008;

Rocky Mountain Institute - Snowmass, Colorado - Case Studies of Economic Analysis and Community Decision Making for Decentralized Wastewater Systems, December 2004;

SERRA, Pedro (2001), “Water pricing policies in Portugal”, em European Commission, *Pricing Water: Economics, Environment and Society - Conference Proceedings*, Sintra, 6 and 7 September 1999, European Commission, pp. 283-288;

UNIÃO EUROPEIA (2000), “Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um Figura de acção comunitária no domínio da política da água (Directiva Figura da Água)” *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, 22-12-2000, pp. L327/1-L327/72;

WWAP (2006), *Water: A Shared Responsibility. The 2nd United Nations World Water Development Report*, United Nations World Water Assessment Programme. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) and Berghahn Books;